Schule der Bierbrauerei.

Die

Schule der Bierbrauerei.

Illustrirtes

Hand- und Hülfsbuch für Brauer

sowie

für Anfänger dieses Gewerbes.

Nebst einer Vorschule:

Die nöthigsten Vor- und Hülfskenntnisse in der Bierbraukunde.

Auf Grund eigener Erfahrungen
sowie mit Benutzung der neuesten deutschen, englischen und französischen Literatur.

Herausgegeben
vom Redakteur der Zeitschrift „Der Bierbrauer"

Techniker **G. E. Habich.**

In zwei Abtheilungen.

1. Abtheilung: Die Theorie der Braukunde. Mit 66 Abbildungen;
2. Abtheilung: Die Praxis der Braukunde. Mit 112 Abbildungen;

darstellend die neuesten und besten Einrichtungen und Apparate.

Leipzig und Berlin.
Verlagsbuchhandlung von Otto Spamer.
1863.

Druck von B. G. Teubner in Leipzig.

Vorwort.

Vieljähriger brieflicher und persönlicher Verkehr mit den strebsamsten Brauern Deutschlands, Rußlands, Hollands, Frankreichs und der Schweiz haben mich zu der Ueberzeugung geführt, daß die vorhandene Literatur des Braufaches nicht allen Bedürfnissen der Brauer genügt, so Vortreffliches auch darin geleistet worden ist. Insbesondere fand ich die Vorkenntnisse zum allseitigen Studium des rationellen Betriebs der Brauerei bei der großen Mehrzahl der Brauer ziemlich mangelhaft. Und jedesmal, wo sich dieser Mißstand störend bemerklich machte, wurde auch der Wunsch nach Abhülfe rege; — man verlangte ein Lehrbuch, welches dem gesunden Menschenverstand des Bierbrauers alles Das servirt, was seine Verdauung erheischt und verträgt.

Das ist der Grund zur Zusammenstellung dieses Buches und die Rechtfertigung der „Einleitung.“

Was den übrigen Inhalt des Buches anlangt, so fühle ich jetzt — wo das Werk fertig daliegt —, daß Manches vielleicht hätte anders gemacht werden können. Allein —— während das Kindlein empfangen und geboren wurde, zogen mehr trübe als heitere Tage an dem Vater desselben vorüber. Und diese Mitwirkungen der „himmlischen Mächte“ bitte ich mit in Rechnung zu ziehen, damit unter der Raspel der Kritik nicht gar zu derbe Späne abfallen.

Uebersehen habe ich meines Wissens nichts Wesentliches. Offenen Fragen wird der Leser öfters begegnen. Zur Erledigung derselben bedarf's noch gar mancher Untersuchungen. Sind diese gemacht und

ist das Material hinreichend, so sollen die Resultate in einem Supplementbande übersichtlich zusammengestellt werden. Vollständigere Berichte erscheinen inzwischen in meinem „Bierbrauer.“

Daß ich die Arbeiten meiner Vorgänger — eines Balling, Otto, Siemens, Stein, Muspratt, Stark, Mulder u. A. — dankbar benutzte, versteht sich von selbst. Wenn ich mir indessen erlaubte, in gar manchen Punkten meine eignen und sehr anders gestalteten Ansichten aufrecht zu erhalten, so glaube ich dazu ein Recht zu haben; — mein Ketzerthum hat auf dem Boden der Erfahrung Wurzel geschlagen und trägt der Praxis schon mehrere Jahre hindurch die gesundesten Früchte.

Noch Eins. Mancher Leser wird vermuthlich ein Kapitel über die berühmteren Lokalbiere schmerzlich vermissen, — die Receptkrämerei hat nun einmal ihre treuesten Anhänger. Ich habe ein solches Kapitel nicht bringen wollen, weil es nicht wesentlich in eine „Schule der Bierbrauerei“ gehört, — weil ferner das Kapitel, obgleich noch sehr lückenhaft, doch jetzt schon viel zu viel Raum in Anspruch genommen hätte, — und weil ich beabsichtige, diesen Gegenstand, nach stattgefundener Vervollständigung, später in einem selbstständigen Werkchen auf Grundlage eigner Anschauung zu besprechen.

Wiesbaden, im December 1862.

G. E. Habich.

Inhalt
der ersten Abtheilung.

Einleitung.
Vorschule der Bierbrauerei.

Erster Theil.
Theorie der Bierbraukunde.

Erster Abschnitt.
Vom Stoff im Allgemeinen.

Zweiter Abschnitt.
Von den Stoffen und ihren Verbindungen, welche der Bierbrauer kennen muß.

Dritter Abschnitt.

Von den Gährungen.

Vierter Abschnitt.

Vom Verbrennungsproceß.

Fünfter Abschnitt.

Die Zelle und ihr Leben.

Sechster Abschnitt.

Anleitung zu einigen speciellen chemischen Untersuchungen.

Inhalt
der zweiten Abtheilung.

Zweiter Theil.
Die Technik der Heiz- und Trockenapparate, sowie der Kühlapparate.

Dritter Theil.

Die Technik der Brauerei.

Erste Abtheilung.

Materialien-Lehre.

Erster Abschnitt.

Vom Wasser.

Zweiter Abschnitt.

Mehlfrüchte (und Kartoffeln).

Dritter Abschnitt.

Zuckerarten und zuckerhaltige Rohstoffe.

Vierter Abschnitt.

Hopfen.

Fünfter Abschnitt.

Farbmittel.

Zweiter Abschnitt.

Abläutern und Anschwänzen.

Dritter Abschnitt.

Kochen.

Vierter Theil.
Kellerwirthschaft.

Erster Abschnitt.
Hauptaufgaben der Kellerwirthschaft.

Zweiter Abschnitt.
Keller und Gefäße.

Dritter Abschnitt.
Das Klären.

Vierter Abschnitt.
Die Regulirung des Vergährungsgrades.

Fünfter Abschnitt.
Die Regulirung des Kohlensäure-Gehaltes.

Sechster Abschnitt.
Konservirung des Lagerbieres.

Siebenter Abschnitt.
Versendung des Bieres.

Achter Abschnitt.
Krankes Bier.

Anhang.
Brauerei-Abfälle.

Vorschule

der

Bierbrauerei.

Einleitung.

Einiges aus der Mathematik.

Es erscheint nothwendig, manchem Leser — da ein allgemeines Vertrautsein mit den Elementen der Mathematik nicht vorausgesetzt werden kann — so viel mathematisches A B C beizubringen, daß ihm Nichts in diesem Buche unverständlich bleibt. Der kundigere Leser wird über dieses Kapitel zur Tagesordnung übergehen.

I. Arithmetische Zeichen.

+ ist das Zeichen der Addition,
— „ „ „ „ Subtraktion,
× „ „ „ „ Multiplikation,
: „ „ „ „ Division,
= bedeutet: gleich, oder: soviel als, z. B. 2 × 2 = 4 heißt: 2 mal 2 ist gleich 4, oder 2 mal 2 ist soviel als 4.

Beispiel der Addition: 3 + 8 + 2 + 7 + 5 = 25,
„ „ Subtraktion: 122 — 87 = 35,
„ „ Multiplikation: 6 × 9 = 54,
„ „ Division: 136 : 2 = 68.

Der Vortheil der Anwendung arithmetischer Zeichen beruht, wie aus dem Vorstehenden erhellt, in der Kürze der Ausdrucksweise. Wie sind z. B. folgende Zahlen und Zeichen:

9 + 17 — 6 × 8 : 4 = 40

zu lesen? — Antwort: 9 zu 17 addirt (oder, wie man zu sagen pflegt, plus 17), weniger 6 (oder, wie man gewöhnlich sagt, minus 6), multiplicirt mit 8 und dividirt durch 4 sind gleich 40. Oder — um uns auch mit den übrigen häufig gebrauchten Kunstausdrücken bekannt zu machen — würde man noch ausführlicher sagen: 9 ist zu 17 zu addiren, von der sich ergebenden Summe (9 + 17 = 26) sind 6 zu subtrahiren; die Differenz (26 — 6 = 20) ist mit 8 zu multipliciren und das Produkt (20 × 8 = 160) ist durch 4

zu dividiren, wodurch der Quotient (160 : 4 = 40) zum Vorschein kommt.

II. Decimalbrüche.

Die Rechnung mit Decimalbrüchen ist ungemein einfach und bietet eben deshalb so große Vorzüge vor der Rechnung mit den gewöhnlichen Brüchen, — sie verdient deshalb in den Schulen allgemein eingeführt zu werden.

Die Decimalbrüche bestehen aus Zehnteln, Hunderteln, Tausendeln u. s. w. Kommen mit einem Decimalbruch auch ganze Zahlen vor, so setzt man sie vor den Bruch und trennt beide durch einen Punkt oder ein Komma (das Decimalzeichen). Die Ziffern also, welche zur Rechten des Punktes oder Komma's stehen, bilden den Decimalbruch — sie heißen Decimalen — und bedeuten den Zähler desselben. Auf diese Weise heißt also 25.678 soviel wie 25 Ganze, 6 Zehntel, 7 Hundertel und 8 Tausendtel oder 25 Ganze und 678 Tausendtel; man würde das nach alter Manier schreiben $25\frac{678}{1000}$. — Damit jede Ziffer als Zähler eines Decimalbruchs aber auch an die richtige Stelle zu stehen kommt, werden die ledigen Plätze durch Nullen besetzt. Deshalb schreibt man z. B. $2\frac{3}{1000}$ als Decimalbruch 2.003. — Fehlt auch die ganze Zahl, so muß sich an deren Platz ebenfalls eine Null breit machen. Darum schreibt man

$\frac{6}{100}$ als Decimalbruch 0.06,

$\frac{5}{10}$ „ „ „ 0.5 oder 0.50 u. s. w.

So stehen also auf dem ersten Platz zur Rechten des Punktes die Zehntel, auf dem zweiten die Hundertel u. s. w.

Sollen gewöhnliche Brüche in Decimalbrüche verwandelt werden, so dividirt man den Zähler (die Ziffer über dem Strich) durch den Nenner (die Ziffer unter dem Strich). Als erster Quotient tritt dabei natürlich eine Null auf, weil ja bei dem Bruch keine Ganze vorhanden sind; — diese Null ist das Kennzeichen des Decimalbruchs und sie erhält zur Rechten den Punkt, der sie vom Bruch abscheidet. Um nun die Division fortsetzen und den Decimalbruch als Quotienten erhalten zu können, werden dem Zähler so lange Nullen angehängt, bis die Division gerade aufgeht. So ist z. B. der Bruch $\frac{3}{4} = 0.75$, weil $\frac{300}{4} = 75$, — oder

„ „ $\frac{1}{2} = 0.5$, „ $\frac{10}{2} = 5$.

Dabei wird sich nun häufig ergeben, daß bei der Division trotz des Anhängens von Nullen immer noch Reste verbleiben. Z. B. der Bruch $\frac{4}{7}$ giebt mit einer dem Zähler beigefügten Null $(40 : 7) = 0.5$ d. h. $\frac{5}{10}$, es bleibt aber noch ein Rest von 5, d. h. es bleiben noch $\frac{5}{40}$ ungetheilt. Wird eine zweite Null angehängt, so bekommen wir $(400 : 7) = 0.57$, — aber der Rest $(= 1)$ zeigt, daß noch $\frac{1}{400}$ ungetheilt ist. Abermals eine Null beigefügt, giebt $(4000 : 7) = 0.571$ und es bleiben noch $\frac{3}{4000}$ ungetheilt. Je weiter wir diese Division unter Anhängen von Nullen fortsetzen, um so mehr nähert sich der Werth des Decimalbruchs dem Werth des gewöhnlichen Bruchs, aus dem er hervorgegangen ist. Man hat es also ganz in der Hand, die Genauigkeit so weit zu treiben, wie sie der gerade vorliegende Zweck erheischt.

Manche gewöhnliche Brüche würden durch diese Division nie und nimmer in Decimalbrüche zu verwandeln sein, weil sie bei jeder neuen Division denselben Rest ergeben. So ist z. B. $\frac{1}{3} = 0.33333 \ldots\ldots$, $\frac{2}{3} = 0.6666 \ldots\ldots$

Die Addition von Decimalbrüchen geschieht, indem man dieselben so untereinander schreibt, daß die Decimalzeichen (Punkt oder Komma) über einander stehen, — dann stehen also auch Einer unter Einern, Zehntel unter Zehnteln, Hundertel unter Hunderteln u. s. w. Man addirt nun wie gewöhnlich, indem man für je zehn Einheiten einer Reihe eine Einheit auf die nächst höhere überträgt. So ist z. B.

$$0.678 + 0.5 + 2.007 + 21.08 = 24.265, \text{ weil}$$

$$\begin{array}{r} 0.678 \\ 0.500 \\ 2.007 \\ \underline{21.080} \\ 24.265 \end{array}$$

Bei der Subtraktion schreibt man ebenfalls die beiden Größen in derselben Ordnung unter einander, wie bei der Addition, und subtrahirt wie gewöhnlich. Z. B. $18.8 - 4.006 = 14.794$, weil

$$\begin{array}{r} 18.800 \\ \underline{4.006} \\ 14.794 \end{array}$$

Die Multiplikation geschieht nach folgender Regel. Man multiplicirt wie bei ganzen Zahlen und nimmt vorläufig auf die Decimalzeichen gar keine Rücksicht. Vom Produkt aber schneidet man dann rückwärts wieder so viel Ziffern ab, als die beiden multiplicirten Größen Decimalen zusammen enthalten; z. B. 8.75 × 0.53 = 4.6375, weil 875 × 53 = 46375 und weil die beiden multiplicirten Größen zusammen 4 Decimalen (d. h. Ziffern rechts vom Punkt) ent halten, die man dem Produkt von rechts nach links abschneiden muß.

Zeigt sich nun dabei, daß das Produkt weniger Decimalstellen hat, als abgeschnitten werden müssen, so werden die fehlenden durch vorgesetzte Nullen ergänzt; z. B. 3.04 × 0.02 = 0.0608, weil 304 × 2 = 608, und dieser Zahl, um die erforderlichen vier Decimalen abschneiden zu können, zwei Nullen vorgesetzt werden müssen.

Ist ein Decimalbruch mit 10 oder 100 oder 1000 ꝛc. zu multipliciren, so braucht man das Decimalzeichen nur, um so viel nach rechts zu rücken, als diese ganze Zahl Nullen hat. Es ist z. B. 0.012 × 10 = 0.12; 0.012 × 100 = 1.2; 0.012 × 1000 = 12; 0.012 × 10000 = 120.

Bei der Division bedient man sich folgender Regel. Haben die beiden Größen (Dividendus und Divisor) nicht gleichviel Decimalen, so hängt man derjenigen, die weniger hat, so viele Nullen an, bis beide gleichviel Decimalen haben; hierauf wird wie gewöhnlich dividirt. Z. B.

$$0.82 : 0.41 = 2, \quad \text{weil } \frac{82}{41} = 2 \text{ ist};$$

$$0.7 : 0.2134 = 3.2802, \quad \text{weil } \frac{7000}{2134} = 3.2802;$$

$$0.024 : 1.25 = 0.0192, \quad \text{weil } \frac{24}{1250} = 0.0192.$$

Ist ein Decimalbruch durch 10 oder 100 oder 1000 ꝛc. zu dividiren, so braucht man nur das Decimalzeichen um so viel Stellen nach links zu rücken, als die dividirende Zahl Nullen hat. Z. B. 3.1416 : 100 = 0.031416.

III. Quadratzahlen.

Wenn man eine Zahl einmal mit sich selbst multiplicirt, so ist das Produkt die Quadratzahl oder das Quadrat. So ist das Quadrat der Zahl 2 = 2 × 2 oder 4, das Quadrat von 3 = 9, von 4 = 16, von 5 = 25 u. s. w. — Diejenige Zahl, welche durch Multiplication mit sich selbst das Quadrat ergeben hatte, nennt man die Quadratwurzel.

Bei der Ermittelung des Flächeninhalts der Kreise ꝛc. machen wir Anwendung von den Quadratzahlen und umgehen das Auffinden der Quadratwurzel durch eine Tabelle.

IV. Berechnung von Flächen und Körpern.

Der Brauer muß den Flächeninhalt seiner Malzräume und den kubischen Inhalt seiner Sud- und Gährgefäße berechnen. Für Manchen stehn deshalb wol einige Notizen darüber hier am Platze.

Von den Flächen. — Ein Viereck, in welchem beide Paare der gegenüberlaufenden Seiten parallel (gleichlaufend) sind, heißt ein Parallelogramm, — die folgenden Figuren sind sämmtlich Parallelogramme. Sind dabei die Seiten gleichlang und die Winkel rechte, so heißt's ein Quadrat (Fig. 1). Sind die Seiten nicht gleich lang, aber die Winkel rechte, so ist's ein Rechteck (Fig. 2).

Fig. 1.

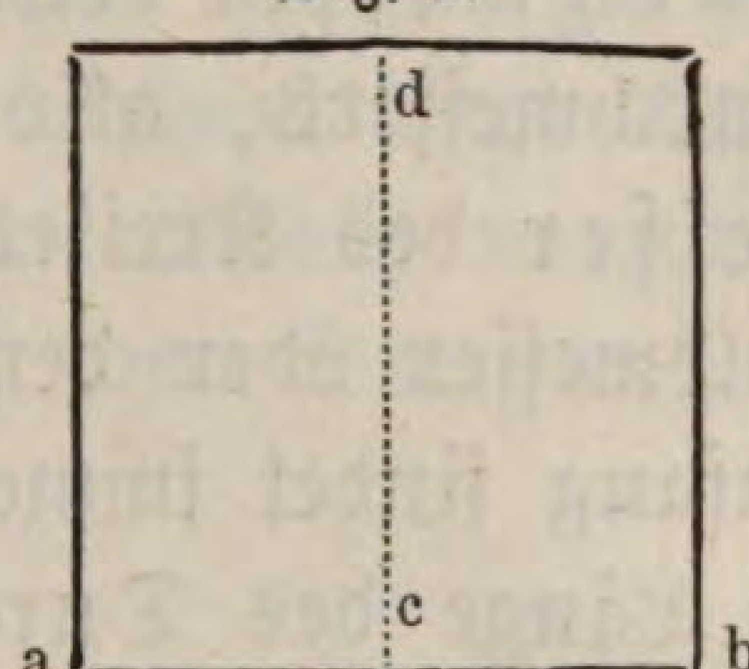
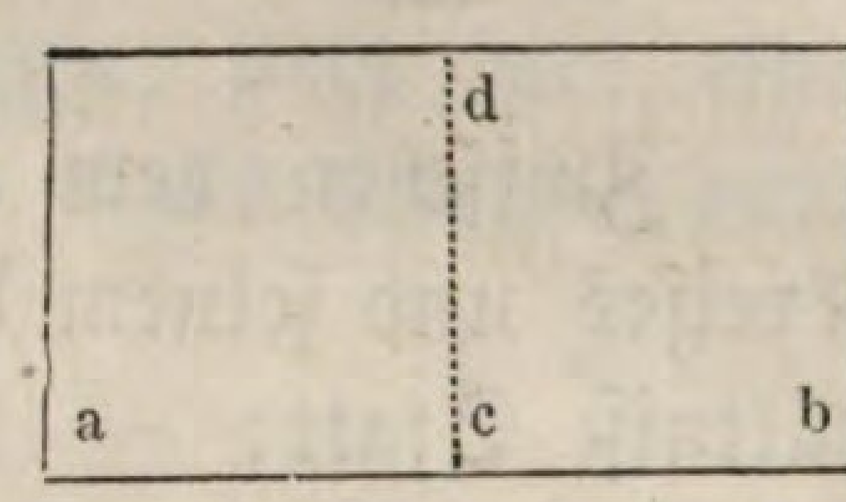


Fig. 2.



Ein schiefwinkliges, aber gleichseitiges Parallelogramm (Fig. 3) nennt man einen Rhombus, und ein schiefwinkliges mit ungleichen Seiten ein Rhomboid (Fig. 4).

Fig. 3.

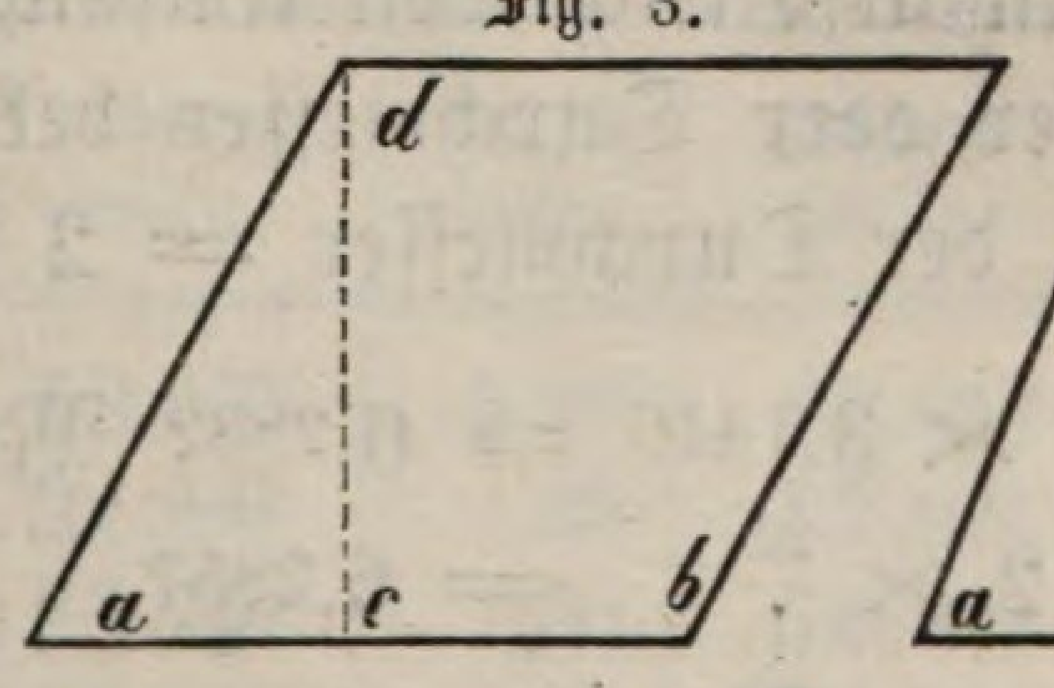
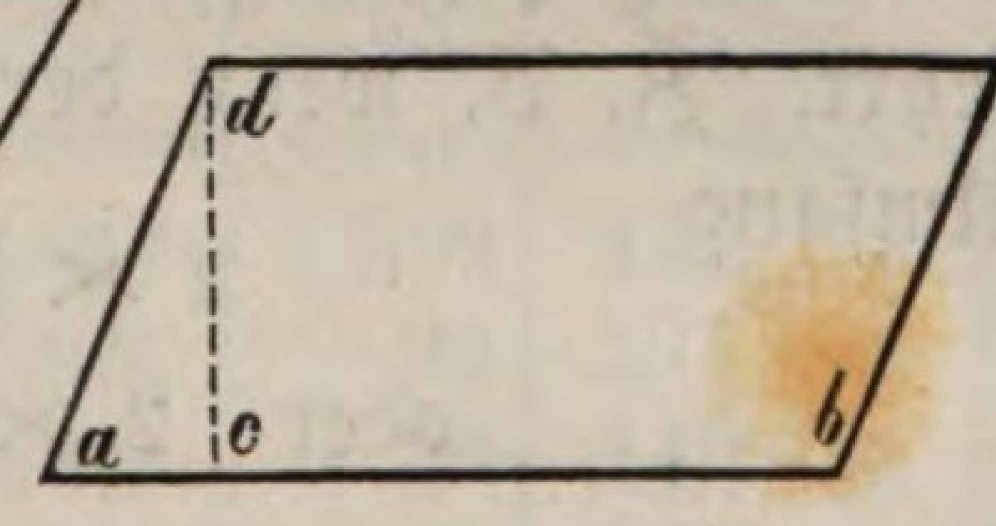


Fig. 4.



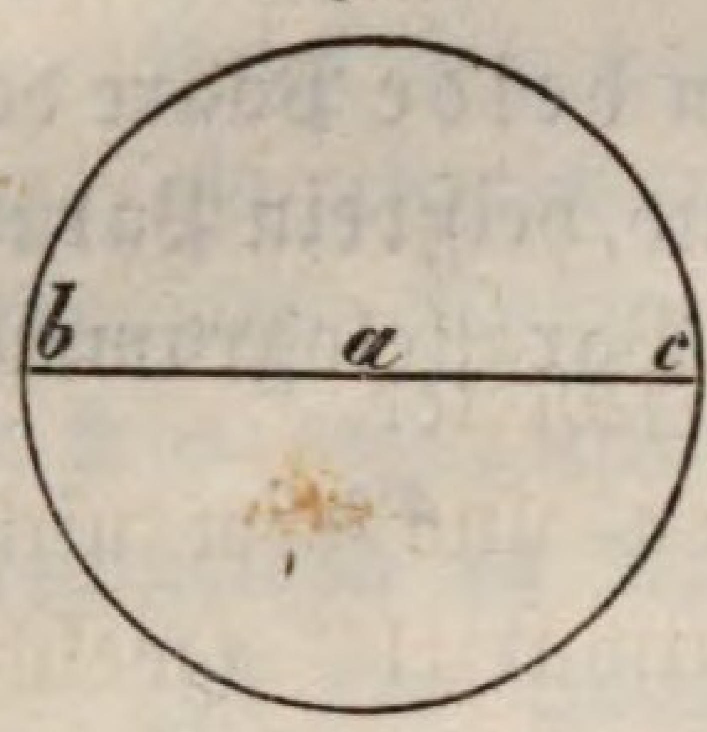
Bei allen Parallelogrammen ist der Flächeninhalt gleich, wenn die Grundlinie ab und die Höhe cd gleich sind. Man findet den Flächeninhalt, wenn man die Länge der Grundlinie mit der Höhe multiplicirt. Z. B. in Fig. 1 u. 3 habe die Seite ab eine Länge von 5 Meter und die Höhe (oder die senkrechte Linie cd) sei 5 Meter, so beträgt der Flächeninhalt $5 \times 5 = 25$ Quadratmeter und ist bei beiden Figuren gleich. Oder bei den Figuren 2 u. 4 sei die Grundlinie ab 8 Meter lang und die Höhe cd 4 Meter, so ist der Flächeninhalt $8 \times 4 = 32$ Quadratmeter und bei beiden Figuren derselbe.

Zu merken ist noch, daß ein Quadrat einen **größeren Inhalt** hat, als ein Rechteck von **gleichem Umfang.** Je mehr sich

also ein vierseitiger Raum dem Quadrat nähert, um so geringer ist sein Umfang bei gleichem Inhalt. Eine viereckige Braupfanne wird bei gleichem Inhalt um so weniger Kupfer zu den Wandungen und um so weniger Mauerwerk (welches Wärme verschluckt) erfordern, je mehr sich die Grundfläche derselben dem Quadrat nähert.

Beim Kreis (Fig. 5) ist a der Mittelpunkt, um welchen sich eine krumme Linie so gleichmäßig herumzieht, daß sie schließlich wieder bei ihrem Ausgangspunkte anlangt und so den Umfang des Kreises bildet. Eine gerade Linie bc, welche von einem Punkte b des Umfangs durch den Mittelpunkt a nach dem gegenüberliegenden Punkte c gezogen wird, bildet den Durchmesser des Kreises; — die Hälften dieses Durchmessers, also ab oder ac, sind Halbmesser des Kreises.

Fig. 5.



Zwischen dem Halbmesser oder dem Durchmesser irgend eines Kreises und seinem Umfang findet immer ein und dasselbe Verhältniß Statt; — die Länge des Durchmessers (oder die doppelte Länge des Halbmessers), multiplicirt mit einer gewissen Zahl, giebt stets den Umfang des zugehörigen Kreises. Diese Zahl ist 3.1416, man kann statt derselben auch den Bruch $\frac{22}{7}$ oder genauer $\frac{355}{113}$ nehmen. Man kann also leicht den Umfang eines Kreises berechnen, wenn der Halbmesser oder Durchmesser bekannt ist, — und umgekehrt. Z. B. wenn der Durchmesser = 2 Meter ist, so beträgt der Umfang

$$2 \times 3.1416 = 6.2832 \text{ Meter},$$

$$\text{oder } 2 \times \frac{22}{7} = 6.2857 \text{ "}$$

$$\text{oder } 2 \times \frac{355}{113} = 6.2832 \text{ "}$$

(Man sieht, daß die Anwendung des Bruches $\frac{22}{7}$ als Multiplikator ein etwas abweichendes Resultat giebt, — es ist weniger genau.) Ebenso findet man, wenn der Umfang eines Kreises 7 Meter beträgt, den Durchmesser desselben $= \frac{7}{3.1416} = 2.231$.

Der Kreis ist diejenige Figur, welche bei einem gegebenen Inhalt den geringsten Umfang hat. Deshalb bieten auch alle Körper, deren Querschnitt eine Kreisfläche ist, stets die geringste Oberfläche. Bei den Heiz- und Kühlapparaten ist das sehr zu berücksichtigen.

Den Inhalt eines Kreises findet man auf verschiedene Weise, a) wenn man das Quadrat des Halbmessers mit 3.1416 multiplicirt, oder — b) wenn man den Umfang mit dem halben Halbmesser multiplicirt, oder — c) wenn man das Quadrat des Durchmessers mit 0.7854 multiplicirt, oder — d) wenn man das Quadrat des Umfangs mit 0.07958 multiplicirt. Z. B. es beträgt der Inhalt eines Kreises, dessen Durchmesser = 2 (oder dessen Halbmesser = 1 oder dessen Umfang = 6.2832) Meter ist, nach der Regel

a) $1 \times 1 \times 3.1416 = 3.1416$ □Meter,
b) $6.2832 \times 0.5 = 3.1416$ „ „
c) $2 \times 2 \times 0.7854 = 3.1416$ „ „
d) $6.2832 \times 6.2832 \times 0.07958 = 3.1417$ □Meter.

Um der Bequemlichkeit eine Brücke zu schlagen und dem nicht Jedermann geläufigen „Ausziehen einer Quadratwurzel“ (welche die Praxis zuweilen erfordern würde) vorzubeugen, steht hier eine Tabelle über das Verhältniß des Durchmessers eines Kreises zum Flächeninhalt desselben.

Tabelle
über
das Verhältniß des Durchmessers zum Flächeninhalt eines Kreises.

Durchmesser.	Flächeninhalt.	Durchmesser.	Flächeninhalt.	Durchmesser.	Flächeninhalt.	Durchmesser.	Flächeninhalt.
1.00	0.785	5.00	19.635	9.00	63.617	13.00	132.732
.25	1.227	.25	21.647	.25	67.021	.25	137.886
.50	1.767	.50	23.758	.50	70.882	.50	143.135
.75	2.405	.75	25.967	.75	74.662	.75	148.489
2.00	3.161	6.00	28.274	10.00	78.539	14.00	153.938
.25	3.976	.25	30.679	.25	82.515	.25	159.485
.50	4.908	.50	33.183	.50	86.590	.50	165.129
.75	5.939	.75	35.784	.75	90.762	.75	170.873
3.00	7.068	7.00	38.484	11.00	95.033	15.00	176.714
.25	8.295	.25	41.282	.25	99.402	.25	182.654
.50	9.621	.50	44.178	.50	103.689	.50	188.691
.75	11.044	.75	47.173	.75	108.436	.75	194.827
4.00	12.566	8.00	50.265	12.00	113.097	16.00	201.061
.25	14.186	.25	53.456	.25	117.859	.25	207.394
.50	15.904	.50	56.745	.50	122.718	.50	213.824
.75	17.720	.75	60.132	.75	127.676	.75	220.353

Durchmesser.	Flächeninhalt.	Durchmesser.	Flächeninhalt.	Durchmesser.	Flächeninhalt.	Durchmesser.	Flächeninhalt.
17.00	226.980	27.50	593.957	38.00	1134.114	48.50	1847.452
.25	233.705	.75	604.805	.25	1149.086	.75	1866.547
.50	240.058	28.00	615.752	.50	1164.156	49.00	1885.740
.75	247.449	.25	626.796	.75	1179.324	.25	1905.832
18.00	254.466	.50	637.941	39.00	1194.590	.50	1924.421
.25	261.586	.75	649.180	.25	1209.954	.75	1943.909
.50	268.802	29.00	660.519	.50	1225.417	50.00	1963.495
.75	276.116	.25	671.957	.75	1240.978	.25	1983.179
19.00	283.528	.50	683.492	40.00	1256.637	.50	2002.961
.25	291.639	.75	695.126	.25	1272.394	.75	2022.842
.50	298.647	30.00	706.858	.50	1288.249	51.00	2042.820
.75	306.354	.25	718.688	.75	1304.202	.25	2062.897
20.00	314.159	.50	730.616	41.00	1320.257	.50	2083.072
.25	322.062	.75	742.643	.25	1336.404	.75	2103.345
.50	330.063	31.00	754.767	.50	1352.651	52.00	2123.716
.75	338.162	.25	766.990	.75	1368.998	.25	2144.186
21.00	346.360	.50	779.311	42.00	1385.442	.50	2164.753
.25	354.566	.75	791.730	.25	1401.987	.75	2185.419
.50	363.050	32.00	804.247	.50	1418.625	53.00	2206.183
.75	371.542	.25	816.863	.75	1435.364	.25	2227.045
22.00	380.132	.50	829.576	43.00	1452.201	.50	2248.005
.25	388.821	.75	842.388	.25	1469.136	.75	2269.064
.50	397.607	33.00	855.298	.50	1486.173	54.00	2290.221
.75	406.492	.25	868.306	.75	1503.301	.25	2311.475
23.00	415.647	.50	881.413	44.00	1520.534	.50	2332.828
.25	424.556	.75	894.617	.25	1537.862	.75	2354.280
.50	433.727	34.00	907.920	.50	1565.284	55.00	2375.829
.75	443.013	.25	921.321	.75	1572.808	.25	2397.476
24.00	452.389	.50	934.820	45.00	1590.431	.50	2419.222
.25	461.863	.75	948.417	.25	1608.151	.75	2441.066
.50	471.476	35.00	962.511	.50	1625.970	56.00	2463.008
.75	481.105	.25	975.906	.75	1643.887	.25	2485.048
25.00	490.873	.50	989.798	46.00	1661.902	.50	2507.187
.25	500.740	.75	1003.787	.25	1680.015	.75	2520.423
.50	510.705	36.00	1017.876	.50	1698.227	57.00	2551.758
.75	520.768	.25	1032.062	.75	1716.536	.25	2574.191
26.00	530.930	.50	1046.349	47.00	1734.944	.50	2596.722
.25	541.188	.75	1060.729	.25	1753.450	.75	2619.351
.50	551.545	37.00	1075.210	.50	1772.054	58.00	2642.079
.75	562.001	.25	1089.789	.75	1790.756	.25	2664.905
27.00	572.555	.50	1104.466	48.00	1809.557	.50	2687.828
.25	583.207	.75	1119.241	.25	1828.456	.75	2710.850

Durchmesser.	Flächeninhalt.	Durchmesser.	Flächeninhalt.	Durchmesser.	Flächeninhalt.	Durchmesser.	Flächeninhalt.
59.00	2733.971	69.50	3793.669	80.00	5026.548	90.50	6432.607
.25	2757.189	.75	3821.011	.25	5058.013	.75	6468.195
.50	2780.505	70.00	3848.451	.50	5089.576	91.00	6503.882
.75	2803.920	.25	3875.989	.75	5121.237	.25	6539.666
60.00	2827.433	.50	3903.625	81.00	5152.997	.50	6575.549
.25	2851.044	.75	3931.359	.25	5184.855	.75	6611.530
.50	2874.753	71.00	3959.192	.50	5216.810	92.00	6647.610
.75	2898.561	.25	3987.122	.75	5248.865	.25	6683.787
61.00	2922.466	.50	4015.151	82.00	5281.017	.50	6720.063
.25	2946.470	.75	4043.278	.25	5313.267	.75	6756.437
.50	2970.572	72.00	4071.504	.50	5345.616	93.00	6792.908
.75	2994.772	.25	4099.827	.75	5378.063	.25	6829.478
62.00	3019.070	.50	4128.249	83.00	5410.607	.50	6866.147
.25	3043.466	.75	4156.768	.25	5443.251	.75	6902.913
.50	3067.961	73.00	4185.382	.50	5475.992	94.00	6939.778
.75	3092.554	.25	4214.102	.75	5508.831	.25	6976.740
63.00	3117.245	.50	4242.917	84.00	5541.769	.50	7013.801
.25	3142.034	.75	4271.829	.25	5574.805	.75	7050.961
.50	3166.921	74.00	4300.840	.50	5607.939	95.00	7088.218
.75	3191.907	.25	4329.949	.75	5641.171	.25	7125.579
64.00	3216.990	.50	4359.156	85.00	5674.501	.50	7163.027
.25	3242.172	.75	4388.461	.25	5707.930	.75	7200.579
.50	3267.452	75.00	4417.864	.50	5741.456	96.00	7238.229
.75	3292.830	.25	4447.336	.75	5775.081	.25	7275.977
65.00	3318.307	.50	4476.965	86.00	5808.804	.50	7313.824
.25	3343.881	.75	4506.663	.25	5842.626	.75	7351.768
.50	3369.554	76.00	4536.459	.50	5876.545	97.00	7389.811
.75	3395.235	.25	4566.354	.75	5910.562	.25	7424.952
66.00	3421.194	.50	4596.346	87.00	5944.678	.50	7466.191
.25	3447.161	.75	4626.436	.25	5978.892	.75	7504.528
.50	3473.227	77.00	4656.625	.50	6013.204	98.00	7542.963
.75	3499.390	.25	4686.912	.75	6047.614	.25	7581.497
67.00	3525.652	.50	4717.297	88.00	6082.123	.50	7620.129
.25	3552.012	.75	4747.780	.25	6116.729	.75	7658.859
.50	3578.470	78.00	4778.362	.50	6151.434	99.00	7697.687
.75	3605.026	.25	4809.042	.75	6186.237	.25	7736.613
68.00	3631.681	.50	4839.819	89.00	6221.138	.50	7775.638
.25	3658.433	.75	4870.795	.25	6256.138	.75	7814.760
.50	3685.284	79.00	4901.669	.50	6291.235	100.00	7853.981
.75	3712.233	.25	4932.742	.75	6326.431	.25	7893.300
69.00	3739.280	.50	4963.912	90.00	6361.725	.50	7932.717
.25	3766.425	.75	4995.181	.25	6397.117	.75	7972.233

Den Flächeninhalt eines **Ringes**, d. h. des zwischen zwei Kreisen eingeschlossenen Raumes, bekommt man natürlich, wenn man den Inhalt eines jeden der beiden Kreise berechnet und den kleinern vom größern subtrahirt. Hat z. B. der größere Kreis einen Durchmesser von 4 und der kleinere von 3.5 Meter, so beträgt der Inhalt des

größern Kreises (nach Regel a)*) $2 \times 2 \times 3.1416 = 12.566$ □Meter,
kleinern „ „ „ $1.75 \times 1.75 \times 3.1416 = 7.068$ „ „
und der Inhalt des Ringes *r r* in Fig. 6 $= 5.498$ □Meter.

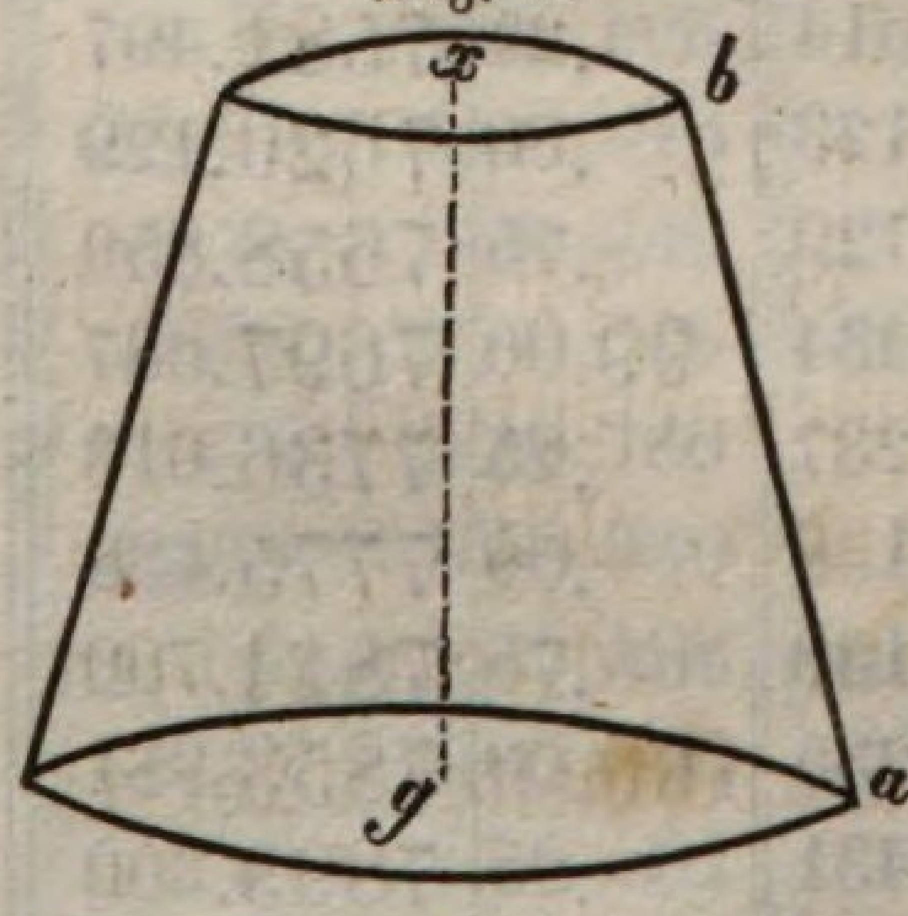
Fig. 6.



Bei **Körpern** wird die Oberfläche (wie jede andere Fläche) durch eine quadratische Maaßeinheit (□Meter ꝛc.) gemessen, — der Inhalt aber durch Würfel- oder kubische Maaße (Kubik-Meter ꝛc.).

Den Inhalt der Seitenfläche eines graden Prisma's oder Cylinders (z. B. die Größe der Wandungen eines viereckigen oder runden Schornsteins) findet man, wenn man den Umfang mit der Höhe multiplicirt. Z. B. ein viereckiger Schornstein hat zwei Seiten von je 3 Decimetern und zwei Seiten von je 4 Decimetern bei einer Höhe von 15 Metern; wie viel Fläche hat die innere Wand? — Der Umfang ist $2 \times 3 + 2 \times 4 = 14$ Decimeter oder 1.4 Meter. Diese multiplicirt mit der Höhe giebt $1.4 \times 15 = 210$ □Meter. — Oder, ein runder Schornstein hat 2.5 Decimeter Durchmesser und 10 Meter Höhe, so ist der Umfang $2.5 \times 3.1416 = 7.8546$ Decimeter oder 0.78546 Meter. Dieser multiplicirt mit der Höhe $= 10$ giebt 7.8546 Quadratmeter Wandfläche. — Bei der Berechnung der Wandungen von Pfannen und Kesseln muß natürlich noch der Inhalt der Bodenfläche hinzugerechnet werden.

Fig. 7.



Die Seitenfläche eines abgestumpften Kegels wie Fig. 7 findet man, wenn man den untern und obern Umfang addirt und die Hälfte der Summe mit der Höhe multiplicirt. Z. B. der Umfang bei a betrage 1.6 und bei b 3.2 Meter und die Höhe von x bis y sei $= 3$ Meter, so ist der Inhalt der Seitenfläche $\frac{1.6 + 3.2}{2} \times 3 = 7.2$ □Meter.

*) Vergl. auch die Tabelle S. 9—11.

Den körperlichen Inhalt eines Prisma's oder Cylinders berechnet man, indem man den Inhalt der Grundfläche mit der Höhe multiplicirt. Z. B. eine Braupfanne ist 3 Meter lang, 2.5 Meter breit und 1.25 Meter hoch, so hat die Grundfläche 3 × 2.5 = 7.5 □Meter und der körperliche Inhalt beträgt 7.5 × 1.25 = 9.375 Kubik-Meter oder (da ein Kubikmeter = 1000 Liter oder 10 Hektoliter ist) 9375 Liter oder 93.75 Hektoliter. Die Höhe der Pfanne beträgt 1.25 Meter oder 125 Centimeter, folglich beträgt der Inhalt der Pfanne für jeden Centimeter Höhe $\frac{9375}{125}$ = 75 Liter. — Bei einem runden Braukessel von 2.5 Meter Durchmesser und 1.75 Meter Höhe hat die Grundfläche (vergl. die Tabelle) 4.908 □Meter, also ist der Inhalt 4.908 × 1.75 = 8.589 Kubikmeter oder 8589 Liter, — hier zeigt also die Höhe von je 1 Centimeter 49 Liter Inhalt an.

Den kubischen Inhalt eines abgestumpften Kegels findet man nach folgender Regel. Man multiplicirt die beiden Halbmesser, addirt dazu die Quadrate der beiden Halbmesser; — die Summe multiplicirt man mit 1.0472*) der Höhe. Z. B. ein Maischbottich hat oben einen Durchmesser von 3 Metern und am Boden von 3.36 Meter, — die Höhe beträgt 1.5 Meter. Der obere Halbmesser beträgt also 1.5 Meter, der untere 1.68 Meter, — und das Quadrat des obern Halbmessers ist 1.5 × 1.5 = 2.25, das Quadrat des untern 1.68 × 1.68 = 2.822. Ferner: Das Produkt der Höhe (= 1.5) mit der Zahl 1.0472 ist = 1.571. Die Berechnung gestaltet sich dann wie folgt.

Es werden addirt	1.5 × 1.68 = 2.520
Dazu die Summe der Quadrate =	2.25 + 2.822 = 5.072
	Die Summe = 7.592

wird nun multiplicirt mit 1.0472 der Höhe, d. h. mit der Zahl 1.571, und es ergiebt sich der Inhalt mit 7.592 × 1.571 = 11.927 Kubikmeter oder 11927 Liter. — Da die Höhe = 15 Decimeter ist, so macht je ein Decimeter Höhe im Bottich ungefähr 795 Liter aus.

Auf ähnliche Weise bestimmt man auch den Inhalt von Fässern. Man betrachtet das Faß als zusammengesetzt aus zwei abgestumpften Kegeln, mißt den Durchmesser in der Mitte, wo er am größten ist, und am Boden, und rechnet dann nach der obigen Weise. Oder aber man multiplicirt die beiden Durchmesser, addirt

*) D. i. das Drittel der Zahl 3.1416.

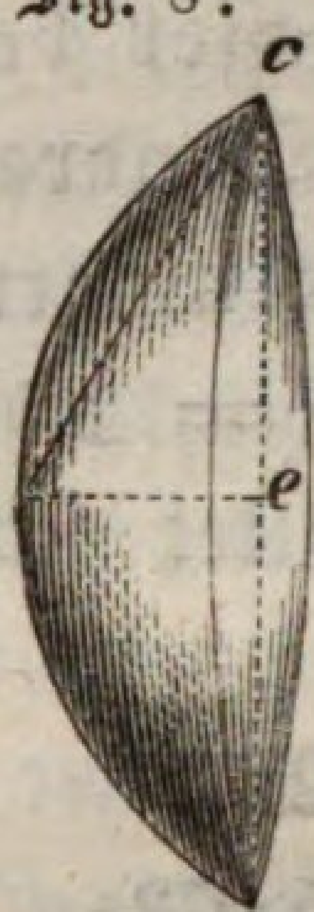
dazu die Quadrate der beiden Durchmesser und multiplicirt die Summe mit 0.2618 der ganzen Faßlänge. Z. B. ein Faß hat einen Durchmesser von 1.4 Meter in der Mitte und 1.25 Meter am Boden, die Länge ist 1.6 Meter, welches ist der Inhalt?

$$1.4 \times 1.25 = 1.750$$
$$1.4 \times 1.4 = 1.960$$
$$1.25 \times 1.25 = \underline{1.563}$$
$$0.2618 \times 1.6 \times 5.273 = 2.209 \text{ Kubikmeter oder } 2209 \text{ Liter.}$$

Die Kugel ist der Körper, welcher bei gegebenem Inhalt die kleinste Oberfläche hat. — Die Oberfläche einer Kugel ist viermal so groß, als die Fläche ihres größten Kreises. Ist also der Durchmesser einer Kugel = 4 (und also der Halbmesser = 2), so beträgt der Inhalt des größten Kreises dieser Kugel 2 × 2 × 3.1416 = 12.5664, — und die Oberfläche der Kugel ist = 4 × 12.5664 = 50.2656.

Schneidet man von einer Kugel ein Stück ab, so nennt man die krumme Fläche dieses Kugelabschnitts (s. a b c in Fig. 8) eine Kugelhaube. Um die Größe der Fläche einer Kugelhaube genau zu finden, mißt man die gerade Linie (Sehne) vom höchsten Punkt der Haube nach dem Rande, z. B. b c. Das Quadrat dieser Länge mit der Zahl 3.1416 multiplicirt, giebt die Fläche der Kugelhaube. Z. B. der gewölbte Boden eines kupfernen Kessels mißt vom Scheitelpunkt bis zum Rande 1.3 Meter, so wären zu seiner Anfertigung nöthig 1.3 × 1.3 × 3.1416 = 5.309 □Meter Blech.

Fig. 8.



Den Inhalt einer solchen Haube zu finden, erheischt eine etwas umständliche Rechnung. Man ermittelt den Halbmesser der Grundfläche = c e und die Höhe der Haube, d. h. die Länge der Linie von der Grundfläche bis zum höchsten Punkt der Haube = c b. Dann wird das Quadrat des Halbmessers mit 3 multiplicirt und zum Quadrat der Höhe addirt. Diese Summe wird noch mit der Höhe und schließlich mit der Zahl 0.5236 multiplicirt. Ist z. B. der Halbmesser der Grundfläche = 1.3 Meter und die Höhe 0.15 Meter, so ist das Quadrat des Halbmessers = 1.3 × 1.3 = 1.69 und das Quadrat der Höhe = 0.15 × 0.15 = 0.0225. Dreimal das Quadrat des Halbmessers = 3 × 1.69 = 5.0700
dazu das Quadrat der Höhe = 0.0225
5.0925

Diese Summe mit 0.15 multiplicirt = 7.63875 und letzteres Produkt noch mit 0.5236 multiplicirt ergiebt in runder Zahl 0.400 Kubikmeter oder 400 Liter als Inhalt der Haube.

Hieran mögen sich noch reihen.

Einige Aufgaben nebst Antwort.

1. Eine viereckige Braupfanne soll einen Inhalt von 120 Hektoliter (= 12 Kubikmeter) bei einer Höhe von 1.4 Meter haben, wie groß muß die Grundfläche sein? —

Antwort: $\frac{12}{1.4}$ = 8.57 □Meter. Da man sie nahebei quadratisch macht, so kann man eine Bodenfläche von etwa 3 zu 2.86 Meter haben.

2. Was wiegt diese Pfanne, wenn das verwendete Kupferblech 45 Kilogramm per □Meter wiegt? —

Antwort: Der Boden hat	3 × 2.86	= 8.58	□Meter,
zwei Seitenflächen von	3 × 1.4	= 4.20	" "
zwei " "	2.86 × 1.4	= 4.00	" "
	Summa:	16.78	□Meter

à 45 Kilogramm = 16.78 × 45 = 755 Kilogramm.

3. Ein zur vorigen Pfanne gehöriger Läuterkasten soll einen Inhalt von 174 Hektolitern (= 17.4 Kubikmeter) bei einer Höhe von 1.6 Meter haben, wie groß ist die Grundfläche? —

Antwort: $\frac{17.4}{1.6}$ = 10.88 □Meter. Also — nach gewöhnlichem Brauche — etwa 3.9 Meter lang und 2.8 Meter breit.

4. Der Inhalt eines Maischbottichs soll 174 Hektoliter betragen bei einer Höhe von 1.4 Meter, welches muß der mittlere Durchmesser des Bottichs sein? —

Antwort: $\frac{17.4}{1.4}$ giebt eine Kreisfläche von 12.43 □Metern. Nach der mitgetheilten Tabelle entspricht dem ein Durchmesser von etwa 3.975 Metern.

Maaß und Gewicht.

Die Bierbrauerei ist ein Zweig der angewandten oder technischen Chemie. Und die Chemie ist die Wissenschaft von den Stoffen und ihren Verbindungen.

Die Chemie aber ist erst dann aus dem Reiche der Träumereien herausgetreten und eine Wissenschaft geworden, als die Wage als das einzige Mittel zur Feststellung der chemischen Verbindungsverhältnisse proklamirt wurde. Seit jener Zeit ist denn auch in allen chemischen Gewerben der Gebrauch der Wage ein ganz nothwendiger geworden. Alles wird nach Maaß und Gewicht verwendet, — und die Maaßeinheit soll stets in einem einfachen, klaren Verhältniß stehen zur Gewichtseinheit, damit man Eines auf das Andere beziehen kann.

Hat auch die Technik der ganzen Welt dasselbe Bedürfniß von gleichem Gewicht und Maaß, so lehrt uns doch ein Blick auf die Karte, wieviel Hemmschuhe dem noch entgegenstehen.

Als wahres Muster eines durchdachten Maaß- und Gewichtssystems muß man das neue französische begrüßen; — es ist deshalb auch bereits überall in der Wissenschaft eingeführt; die Technik sollte nicht zurückbleiben, sondern den etwas schwerfälligen Fortschritt der Regierungen überflügeln.

In diesem Buche werde ich mich lediglich des französischen Maaß- und Gewichtssystems bedienen*). — Jeder kann ja solches leicht in sein landesübliches Gemäß ꝛc. übersetzen, wozu ich die Anhaltspunkte geben werde.

Zum Verständniß dieses französischen Systems wird Folgendes ausreichen.

Grundlage desselben ist die Einheit des Längenmaaßes, das Meter (Mètre). Zur Feststellung desselben hat man den Bogen vom Nordpol des Erdballs bis zum Aequator gemessen und diese unabänderliche Größe in 10 Millionen Theile getheilt, — eines solcher Theilchen nahm man als Einheit und nannte es Mètre. Das Meter bekommt nun seine Unter- und Oberabtheilungen nach dem Decimalsystem, wie überhaupt das ganze französische System, was für die Rechnung sehr förderlich ist. Die Unterabtheilungen (durch fortgesetzte Division mit 10) werden mit den entsprechenden lateinischen Zahlwörtern zusammengesetzt, die Oberabtheilungen (durch Multiplikation mit 10) mit griechischen. So ist

---

*) Wenn ich da und dort das kürzere Wort „Pfund" statt Kilogramm gebrauche, so bedeutet das da nichts Anderes als „Gewichtstheile überhaupt" — ich hätte eben so gut Loth oder Centner sagen können.

1 Decimeter $= \frac{1}{10}$ Meter; 1 Dekameter = 10 Meter,
1 Centimeter $= \frac{1}{100}$ „ ; 1 Hektometer = 100 „
1 Millimeter $= \frac{1}{1000}$ „ ; 1 Kilometer = 1000 „

Aus dem Meter entwickelt sich nun die Einheit des Flüssigkeitsmaaßes, das Kubikdecimeter, welches man Liter nennt. Man hat dann wieder

1 Deciliter $= \frac{1}{10}$ Liter; 1 Dekaliter = 10 Liter,
1 Centiliter $= \frac{1}{100}$ „ ; 1 Hektoliter = 100 „
1 Milliliter $= \frac{1}{1000}$ „ ; 1 Kiloliter = 1000 „.

Aus dem Meter entspringt ferner auch die Einheit des Gewichts, das Gramm; — es ist das Gewicht eines Kubikcentimeters reinsten Wassers bei seiner größten Dichtigkeit (einer Temperatur von 4°). Darnach giebt's

Decigramm $= \frac{1}{10}$ Gramm; Dekagramm = 10 Gramm,
Centigramm $= \frac{1}{100}$ „ ; Hektogramm = 100 „
Milligramm $= \frac{1}{1000}$ „ ; Kilogramm = 1000 „

Da nun 1 Kubikdecimeter = 1000 Kubikcentimeter, so wiegt 1 Liter Wasser 1 Kilogramm.

Wie sich französisches Maaß und Gewicht zum Maaß und Gewicht anderer Länder verhält.

I. Längenmaaße.

1 Meter ist gleich:

3.33	Fuß in Baden.	3.16	Fuß in Oesterreich.
3.43	„ in Bayern.	3.19	„ in Preußen.
3.50	„ in Braunschweig.	3.28	„ in Rußland.
3.28	„ in England.	3.53	„ in Sachsen.
3.42	„ in Hannover.	3.33	„ in der Schweiz.
		3.49	„ in Würtemberg.

II. Flächenmaaße.

1 □Meter ist gleich:

11.10	□Fuß in Baden.	10.00	□Fuß in Oesterreich.
11.77	„ in Bayern.	10.18	„ in Preußen.
12.25	„ in Braunschweig.	10.76	„ in Rußland.
10.76	„ in England.	12.46	„ in Sachsen.
11.70	„ in Hannover.	11.10	„ in der Schweiz.
		12.18	„ in Würtemberg.

III. Körpermaaße.

1 Kubikmeter ist gleich:

36.96 Kubikfuß in Baden.
40.37 „ in Bayern.
42.88 „ in Braunschweig.
35.29 „ in England.
40.01 „ in Hannover.
31.55 „ in Oesterreich.
32.35 Kubikfuß in Preußen.
35.29 „ in Rußland.
43.98 „ in Sachsen.
36.96 „ in der Schweiz.
42.51 „ in Würtemberg.

IV. Flüssigkeitsmaaße.

100 Liter sind gleich:

66.66 Maaß in Baden.
93.54 Maaß in Bayern.
106.74 Quartier in Braunschweig.
22.00 Gallen in England.
25.68 Stübchen in Hannover.
70.71 Maaß in Oesterreich.
87.33 Quart in Preußen.
81.36 Stoof in Rußland.
106.77 Kanne in Sachsen.
38.21 Kanne in Schweden.
66.66 Maaß in der Schweiz.
54.43 Helleichmaaß in Würtemberg.

V. Getreide-Maaße.

10 Hektoliter oder 1000 Liter sind gleich:

6.67 Malter in Baden.
4.50 Scheffel in Bayern.
32.11 Himten in Braunschweig.
7.51 Bushel in England.
32.10 Himten in Hannover.
16.26 Wiener Metzen in Oesterreich.
18.19 Scheffel in Preußen.
38.14 Tschetwerik in Rußland.
9.63 Scheffel in Sachsen.
6.67 Malter in der Schweiz.
5.64 Scheffel in Würtemberg.

VI. Gewichte.

1 Kilogr. ist gleich:

2 Zollpfunden.
1.79 Pfund in Bayern.
2.20 „ in England.
1.79 Pfund in Oesterreich.
2.44 „ in Rußland.
2.00 „ in der Schweiz.

Absolutes Gewicht. Specifisches Gewicht.

Absolutes Gewicht.

Es ist eine bekannte Erfahrung, daß alle Körper einen größern oder geringern Druck auf ihre Unterlage ausüben. Die Größe dieses Drucks nennt man das absolute Gewicht des Körpers. Man bestimmt es vermittelst der Wage.

Dieser wichtigsten aller chemischen Geräthschaften verdankt die Chemie hauptsächlich ihre Fortentwickelung auf den wissenschaftlichen Standpunkt, dessen sich die Welt heute zu erfreuen hat. Erst mit der Einführung der Wage begann eine strenge Kontrole über das Hin- und Herwandern der Stoffe (den Stoffwechsel). Und von da an datirt eine genauere Einsicht in das Wesen der Verbindung der Stoffe.

Auch der Bierbrauer bedarf bei seinen wissenschaftlichen Untersuchungen der Wage, — so bei der Untersuchung des Malzes auf seinen Nutzwerth, bei der Ausführung der Bier-Untersuchungen u. s. w. Braucht auch das erforderliche Instrument gerade keines der feinsten zu sein, so ist doch eine gewisse Empfindlichkeit desselben nothwendig und die Aufrechterhaltung dieser Genauigkeit erheischt eine sorgfältige Behandlung, wozu die Vorschriften weiter unten stehen.

Für die Untersuchungen, welche uns beschäftigen werden, genügt es, wenn die Wage bei einer Belastung von 500 Gramm noch einen Ausschlag auf 5 Milligramm giebt. Derartige Wagen bekommt man bei J. F. Luhme & Co. in Berlin für 11 Thaler (und mit Glaskasten für 14½ Thlr.).

Die Beschreibung einer Wage gehört nicht hierher, es sollen nur die Vorsichtsmaßregeln zur Aufrechterhaltung ihrer Genauigkeit und die Handgriffe bei der Abwägung zur Sprache kommen.

Für die Aufbewahrung der Wage gelten folgende Regeln:

1) Damit das Instrument seine volle Beweglichkeit behalte und die Schneide, auf welcher der Wagebalken seine Schwingungen macht, sich nicht abnutze, ist eine Vorrichtung vorhanden, durch welche der Wagebalken zur Ruhe gebracht und die Schneide geschont wird. Man lasse also den Wagebalken stets nur

so lange schwingen, wie zur Gewichtsbestimmung nöthig ist, und setze ihn dann in Ruhe.

2) Das abzuwägende Gewicht darf nie größer sein, als die höchste Belastung, für welche die Wage konstruirt ist.

3) Die Wage steckt in einem Glaskasten, um sie vor Staub und Feuchtigkeit zu schützen. Beim Gebrauch hüte man sich, den feuchten Athem zu sehr in den Glaskasten zu blasen, — er macht die Wage rosten. Es ist zweckmäßig, wenn im Glaskasten immer eine Schachtel mit etwas gebranntem Kalk steht, — er hält die Luft trocken. —

Die Handgriffe beim Wägen bezwecken theils größere Genauigkeit des Resultats, theils größere Schnelligkeit in der Ausführung. Hier die wichtigsten Regeln.

a. Ehe man einen Körper abwägt, muß man stets erst untersuchen, ob die Wage auch in der gehörigen Ordnung ist. Man läßt sie schwingen, — die Schwingungen müssen ungehemmt stattfinden und der Balken muß endlich in horizontale Lage kommen. Ist das Gleichgewicht nicht vollkommen, so muß man es durch Schnitzel von Papier oder Stanniol herstellen. Gehen die Schwingungen nicht leicht und ungehemmt, so ist an ein genaues Wägen nicht zu denken, — die Wage muß dann erst einem Mechaniker zur Kur übergeben werden.

b. Beim Wägen kommt in die eine Schale der Körper, in die andere werden die Gewichte gebracht. Bei einem vollkommenen Instrumente würde es gleichgültig sein, in welche Schale der Körper kommt und in welche die Gewichte. Da aber bei einer Ungleichheit in der Länge der Arme (die ohne genaue Untersuchung nicht zu entdecken ist), Gewicht und Gegengewicht, die sich das Gleichgewicht halten, dennoch nicht gleich schwer sind: so ist es besser, beim Wägen die Gewichte immer in dieselbe Schale (und den Körper in die andere) zu legen; — der Fehler bleibt dann immer derselbe, das Verhältniß unter den Gewichten ist nicht gestört.

Will man aber auch mit der fehlerhaftesten Wage (wenn sie nur empfindlich genug ist) eine absolut genaue Abwägung bewerkstelligen, so bedient man sich einer Methode, wobei das Gewicht nur auf einem Arm des Balkens bestimmt wird. Man bringt den zu wägenden Körper in die eine (z. B. linke) Schale und gleicht sein Gewicht aus durch Schrotkörner, Stanniolschnitzel 2c. in der andern (rechten) Schale. Dann wird der Körper von der linken

Schale weggenommen und statt dessen Gewicht aufgelegt, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist. Es ist einleuchtend, daß hier kein Fehler der Wage von störendem Einfluß sein kann, — die Gewichte müssen das richtige Gewicht des Körpers angeben, weil sie auf demselben Arme ermittelt und demselben Gegengewicht gleich sind.

c. Der zu wägende Körper soll nie auf der Wagschale, sondern stets auf einer separaten Unterlage von Papier (oder auf einer Glasschale) liegen.

d. Die Gewichte darf man nicht mit den Fingern angreifen, sie werden davon unrein und ungenau.

e. Man lege niemals Gewichte auf (oder entferne deren aus der Schale), während die Wage schwingt, — sie muß stets erst in Ruhe gebracht werden, ehe man Gewichte zusetzt oder abnimmt. Dann läßt man schwingen, sieht zu, ob des Gewichts zu viel oder zu wenig ist, — bringt den Balken in Ruhe, ändert das Gewicht und läßt wieder schwingen, bis das Gleichgewicht erobert ist, d. h. der Balken in horizontaler Stellung steht, was durch das Einspielen der Zunge auf einen Nullpunkt oder sonst ein Zeichen angegeben wird. Man läßt die Gewichte auf ein Blatt Papier gleiten und summirt und notirt sie; ehe man sie in den Gewichtskasten zurückbringt. Das französische Gewichtssystem kommt hierbei ungemein zu Hülfe, weil es Decimalsystem ist; es beträgt z. B. das Gewicht 15 Gramm, 2 Decigramm, 3 Centigramm und 5 Milligramm, so schreibt man das 15.235 Gramm.

f. Heiße Substanzen muß man nie auf die Wage bringen, — sie erscheinen leichter, als sie wirklich sind. Darum läßt man alle heißen Substanzen erst im Trockenapparat erkalten und dann wägt man sie.

Specifisches Gewicht.

Versucht man nun das Gewicht zweier gleichgroßer, aber verschiedenartiger Körper zu bestimmen, so findet man, daß dasselbe nicht gleich ist. Es giebt nicht zwei Stoffe, die bei gleichem Raum dasselbe Gewicht hätten, — ein jeder besitzt vielmehr sein eigenthümliches oder specifisches Gewicht. Um nun eine Vergleichung der specifischen Gewichte verschiedener Körper möglich zu machen, ist man überein gekommen, das reine Wasser als Einheit anzunehmen. Wenn also z. B. gesagt wird: das specifische Gewicht des Eisens ist = 75 oder das specifische Gewicht des

Alkohols ist = 0.80, — so heißt das: da ein Kubik-Centimeter Wasser 1 Gramm wiegt, so wird ein Kubik-Centimeter Eisen 75 Gramm und ein Kubik-Centimeter Alkohol 0.80 Gramm wiegen.

Die Ermittelung der specifischen Gewichte ist in der Brauerei von der höchsten Wichtigkeit. Je größer das specifische Gewicht des Getreides ist, um so mehr nutzbare Substanz ist in demselben enthalten. Der Gehalt der Würzen wird nach dem specifischen Gewicht derselben beurtheilt. Den Verlauf der Gährung, wobei der schwerere Zucker in den leichtern Alkohol umgewandelt wird, kontroliren wir durch wiederholte Feststellung des specifischen Gewichts der gährenden Würze u. s. w. Der Brauer muß sich also mit den einfachsten Methoden für diesen Zweck bekannt machen und ich werde deßhalb sofort dieses Kapitel besprechen.

In den Gewerben kommt es bei allen Untersuchungen durch chemische oder physikalische Hülfsmittel darauf an, daß sie bei ausreichender Genauigkeit mit der möglichsten Schnelligkeit ausgeführt werden können. Deshalb bedient sich auch der Brauer zur Ermittelung des specifischen Gewichts fester oder flüssiger Körper nicht der gewöhnlichen Methoden der Physiker, sondern greift zum Aräometer. Die Principien, welche hierbei in Betracht kommen, wolle sich der Leser wohl merken.

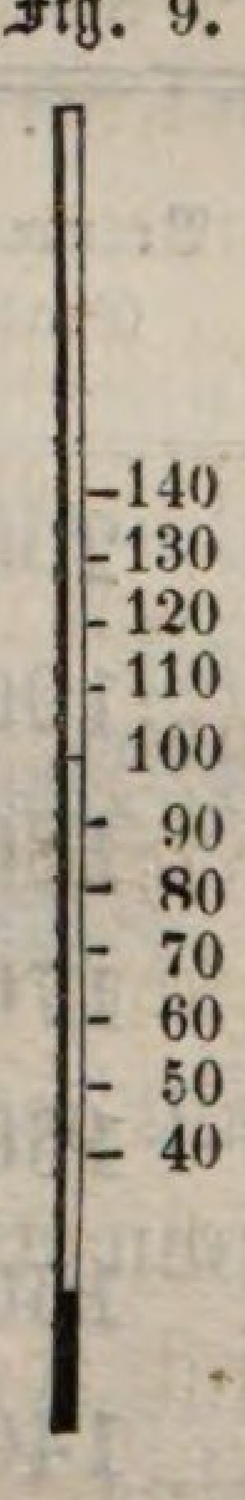
Es ist eine bekannte Erfahrung, daß ein Körper, der schwerer als Wasser ist, beim Eintauchen in Wasser einen scheinbaren Gewichtsverlust erleidet, — er erscheint leichter. Befestigt man einen solchen Körper an einem unter einer Wagschale angebrachten Haken und wägt ihn, senkt man ihn dann in Wasser und bestimmt sein Gewicht wieder: so wiegt er weniger. Woher kommt das? — Jeder Körper übt auf seine Unterlage einen Druck aus, für den sein Gewicht den Maaßstab abgiebt. Senkt man ihn in Wasser, so übt dasselbe einen Gegendruck aus und ein Theil des Drucks wird dadurch gerade so aufgehoben, wie das in einer Wagschale befindliche Gewicht durch ein Gegengewicht in der andern Wagschale ausgeglichen wird. Denkt man sich nun einen Körper, der eben so schwer ist wie eine Wassermenge von gleich großem Raume, so müßte sich derselbe gerade so verhalten wie das Wasser und, im Wasser eingetaucht, an jeder Stelle, wohin man ihn bringt, schweben bleiben. Der Druck, den der Körper ausübt (sein Gewicht), ist also durch den Gegendruck des Wassers **vollkommen ausgeglichen.**

Aus dieser Betrachtung ergiebt sich aber ferner, daß der Gegendruck des Wassers gleich ist dem Gewichte eines Raumtheiles Wasser von gleicher Größe wie der eingetauchte Körper. Folglich erscheint jeder Körper beim Eintauchen in Wasser gerade um so viel leichter, als das Gewicht des Wassers beträgt, welches er verdrängt hat.

Ist nun der eingetauchte Körper überhaupt schwerer als Wasser, so wird er in Folge seines Gewichts-Ueberschusses zu Boden sinken. Ist er aber leichter als Wasser, so treibt ihn der Gegendruck des Wassers so weit über den Wasserspiegel empor, bis er nur noch eine seinem eignen Gewichte gleiche Wassermenge verdrängt, — er schwimmt. Ein schwimmender Körper sinkt in irgend einer Flüssigkeit so tief ein, daß er eine seinem Gewichte genau entsprechende Menge Flüssigkeit verdrängt. Bringt man denselben Körper nach und nach in Flüssigkeiten von verschiedener Dichtigkeit oder Schwere, so muß er in jeder derselben zu verschiedener Tiefe (in der leichtesten am tiefsten) einsinken. Die ungleichen Raumtheile der verdrängten Flüssigkeiten müssen aber alle gleiches Gewicht, d. h. das Gewicht des eingesenkten Körpers besitzen. Auf diesem Satze beruht das Wesen der Aräometer.

Ein Aräometer in der einfachsten Form ist ein dünnes cylindrisches Glasrohr (s. Fig. 9), dessen unteres Ende durch Eingießen von Quecksilber oder Bleischroten beschwert ist, so daß es im Wasser stehend schwimmt. Angenommen, das Instrument sei in 200 gleiche Abtheilungen getheilt und die Belastung so eingerichtet, daß es in einem Wasser bis zum Theilstrich 100 einsinke, — in einer andern (schwereren) Flüssigkeit tauche es nur bis 80: so ersieht man daraus, daß 80 Raumtheile (Volumen) der letztern so viel wiegen wie 100 Raumtheile Wasser. In einer wieder andern (leichtern) Flüssigkeit tauche das Instrument bis zu 120 ein, so wiegen 120 Raumtheile der letztern so viel wie 100 Raumtheile Wasser. Da nun bei der Bestimmung des specifischen Gewichts der Körper das Wasser als Einheit gilt, so ist das specifische Gewicht der 80grädigen Flüssigkeit $\frac{100}{80} = 1.25$ und das der 125grädigen Flüssigkeit $\frac{100}{120} = 0.833$.

Fig. 9.



Aräometer von dieser Form hat man wirklich angewendet und die sonst übermäßig lange Skala auf zwei Instrumente vertheilt, von denen das eine (für Flüssigkeiten, die leichter als Wasser sind) die 100 am obern Ende der Gradleiter, das andere (für schwerere Flüssigkeiten) die 100 am unteren Ende trägt. Da aber eine solche Röhre, um ausreichend genaue Angaben zu machen, doch immer noch sehr lang und dadurch für den Gebrauch unbequem ist, so hat man die untere Hälfte derselben, welche nicht zur Skala benutzt wird, in der Weise wie Fig. 10 erweitert, wobei natürlich der frühere Rauminhalt beibehalten und das Instrument eigentlich nur verkürzt wird.

Fig. 10.



Derartige Aräometer, welche anzeigen, wieviel Raumtheile (Volumtheile) von verschiedenen Flüssigkeiten erforderlich sind, um ein und dasselbe Gewicht — nämlich das des Instrumentes — zu erhalten, hat Gay-Lussac „Volumeter“ genannt. Trotz der kleinen Rechnung, welche sie nothwendig machen, um zum specifischen Gewicht zu gelangen, sind sie mehr zu empfehlen als solche, welche die specifischen Gewichte direkt angeben. Wenn man nämlich die Gradleitern solcher sogenannten „Dichtigkeitsmesser“ betrachtet, so wird man bemerken, daß sich die Grade desselben um so enger aneinander drängen, je mehr die specifischen Gewichte wachsen.

Die nachstehende Tabelle dient zur Veranschaulichung.

Volumeter-Grade.	Specifisches Gewicht.	Unterschiede der specifischen Gewichte.	Volumeter-Grade.	Specifisches Gewicht.	Unterschiede der specifischen Gewichte.
200	0.500		120	0.833	
		0.026			0.076
190	0.526		110	0.909	
		0.030			0.091
180	0.556		100	1.000	
		0.032			0.111
170	0.588		90	1.111	
		0.037			0.139
160	0.625		80	1.250	
		0.042			0.179
150	0.667		70	1.429	
		0.047			0.238
140	0.714		60	1.667	
		0.055			0.333
130	0.769		50	2.	
		0.064			
120	0.833				

Dieser Umstand stört aber bei dem Dichtigkeitsmessen die Genauigkeit deshalb, weil sich die Unterabtheilungen durch bloßes Schätzen nicht mehr genau angeben lassen, während sich bei den gleichgroßen Graden des Volumeters das Auge sehr leicht daran gewöhnt, selbst Zehntheile eines Grades mit ziemlicher Sicherheit abzuschätzen.

Andere Aräometer mit ganz willkührlicher Skale — wie die Aräometer von Baumé, Stoppani, Beck — können uns kein Interesse bieten und müssen aus den Brauereien verbannt werden.

Dagegen ist eines der „Procenten-Aräometer" von ungemeiner Wichtigkeit, — es ist das Saccharometer.

Die Procenten-Aräometer überhaupt beruhen auf folgendem Princip. Das specifische Gewicht des Wassers ändert sich nämlich stets durch Beimengung irgend eines andern Körpers, — Zusatz von Alkohol macht es leichter, Zusatz von Salzen ꝛc. schwerer. Man kann, wenn man einmal durch Versuche das Verhältniß zwischen dem specifischen Gewichte einer Flüssigkeit und dem Gehalt derselben an irgend einem Körper gefunden hat — in Zukunft von dem specifischen Gewicht auf das Mischungsverhältniß schließen. Der Einfachheit wegen setzt man dann gleich auf die Skala (anstatt des specifischen Gewichts) die entsprechende Menge des vorliegenden Bestandtheils in Procenten ausgedrückt. Selbstverständlich darf in der geprüften Flüssigkeit nur ein Bestandtheil enthalten sein.

So hat Balling ein Procenten-Aräometer für Zuckeraufösungen konstruirt und von diesem Saccharometer bei dem Verlauf der Gährung einen höchst sinnreichen Gebrauch gemacht. Das Saccharometer von Kaiser giebt ebenfalls den Zuckergehalt in Procenten an und unterscheidet sich nicht von dem Balling'schen.

Nach Balling's Versuchen entsprechen die in nachstehender Tabelle verzeichneten Rohrzucker-Procente den daneben stehenden specifischen Gewichten und Volumetergraden.

Zucker-Procente.	Specifische Gewichte.	Volumeter-Grade.	Zucker-Procente.	Specifische Gewichte.	Volumeter-Grade.
0	1.000	100.0	11	1.044	95.8
1	1.004	99.6	12	1.048	95.4
2	1.008	99.2	13	1.053	95.0
3	1.012	98.8	14	1.057	94.6
4	1.016	98.4	15	1.061	94.3
5	1.020	98.0	16	1.065	93.9
6	1.024	97.6	17	1.070	93.5
7	1.028	97.3	18	1.074	93.1
8	1.032	96.9	19	1.078	92.7
9	1.036	96.5	20	1.083	92.3
10	1.040	96.1			

An manchen Saccharometern wird man noch über den Nullpunkt (0) hinaus einige Grade verzeichnet finden. Diese Grade könnten befremden, weil eine Flüssigkeit doch nicht weniger als gar keinen Zucker enthalten kann. Indessen haben auch diese negativen Grade ihre Bedeutung, wie wir in der Attenuationslehre ersehen werden. (S. I. §. 191 ꝛc.)

Beim Gebrauch der Aräometer sind folgende Vorsichtsmaaßregeln zu beobachten, um genaue Resultate zu erhalten.

Die Flüssigkeit, in welche das Instrument eingesenkt werden soll, befindet sich in einem Glascylinder. Man läßt nun das Aräometer ganz langsam in die Flüssigkeit soweit hernieder gehen, wie es durch sein eignes Gewicht einsinken wird. Man hüte sich wohl vor dem sehr verbreiteten Gebrauche, das Instrument tiefer in die Flüssigkeit zu tauchen und dann wieder emporschweben zu lassen, bis es zur Ruhe kommt. Dabei würde nämlich der Stengel des Aräometers benetzt und das Instrument also schwerer werden, weshalb denn auch die Angaben desselben unrichtig sein würden.

Beim Ablesen der Grade findet man, daß die Flüssigkeit rings um den Stengel eine kleine Erhöhung bildet, — vom höchsten Punkte dieses Berges liest man die Grade ab.

Sehr zu berücksichtigen ist auch der Einfluß der Temperatur, weil (siehe I. §. 24) die Flüssigkeiten durch Wärme ausgedehnt und dadurch leichter werden. Alle Aräometer sind deshalb bei einer Normaltemperatur graduirt. Hat die zu prüfende Flüssigkeit die Normaltemperatur nicht, so muß man entweder durch

Einsenken des Cylinders in kälteres oder wärmeres Wasser die Normaltemperatur herzustellen suchen, ehe man das Instrument einsenkt, — oder man wendet es gleich an und unterwirft die unrichtige Angabe desselben einer Korrektion, wozu der Weg später bei der „Analyse des Bieres" gezeigt wird.

Des Bierbrauers chemisches Laboratorium.

Nichts fördert den sichern Schritt in den Arbeiten des Brauers besser als genaue Einsicht in die dabei vorgehenden chemischen Prozesse. Und Nichts begründet und befestigt diese Einsicht mehr, als die eigenhändige Wiederholung einiger chemischen Kardinalversuche. Schon deshalb ist dem rationellen Brauer etwas chemisches Handwerkszeug unerläßlich.

Dazu kommt aber noch, daß ihm häufig ein genaueres Urtheil über den Werth seiner Materialien (Wasser, Getreide, Malz, Brennstoffe u. s. w.) wünschenswerth sein wird, was er sich durch einige Uebung in seinem chemischen Laboratorium leicht verschaffen kann, — daß die Ueberwachung des Maischprozesses, des Würzekochens, des Gährungsverlaufs theils mit Hülfe gewisser Stoffe (die man Reagentien nennt), theils durch gewisse Apparate oder Instrumente geübt wird, — endlich auch, daß er durch die Untersuchung der Biere seiner Konkurrenten einen genauen Schluß auf die Koncentration der dazu verwendeten Würzen machen kann.

Zur Erreichung dieses Zieles sollen zuerst die nöthigen chemischen Geräthschaften und deren Gebrauch beschrieben werden, weil wir gelegentlich Anwendung davon machen. — Später sehen wir uns die Anwendung der Reagentien an, — und schließlich werden wir uns mit einigen Untersuchungs-Methoden für ganz specielle Zwecke beschäftigen.

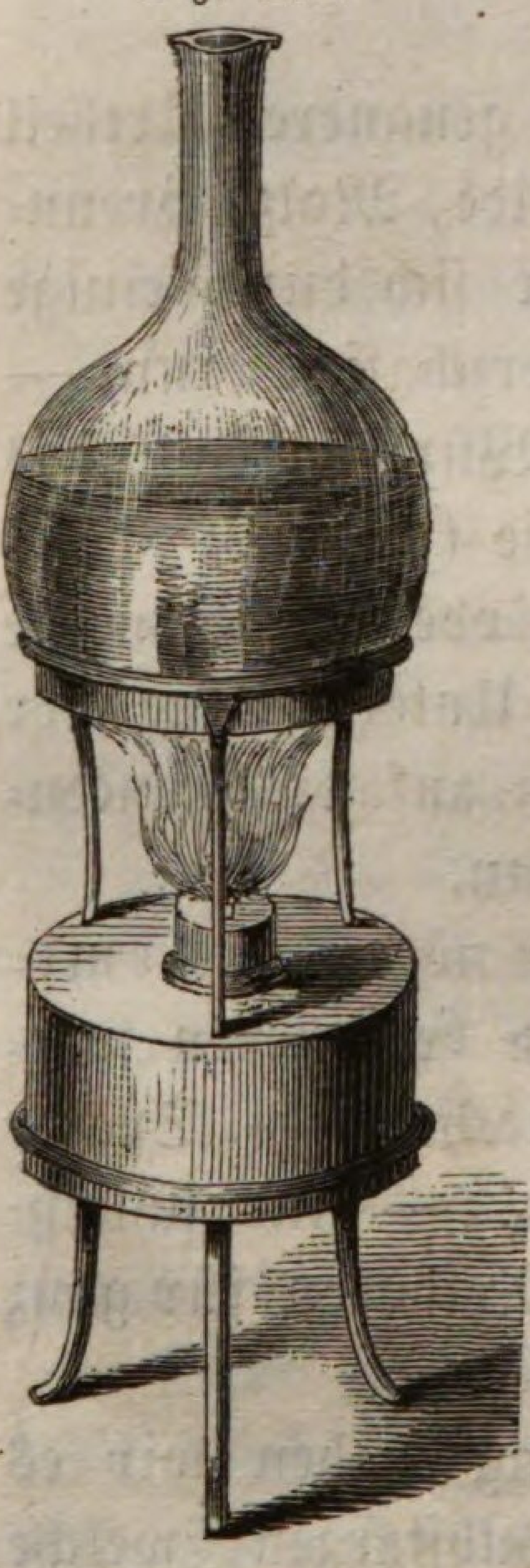
Mit Ausnahme der Brennstoff-Untersuchung haben wir es lediglich mit Flüssigkeiten zu thun, — die Substanzen, welche wir unserer chemischen Kontrole unterwerfen, sind aufgelöst (z. B. in Wasser oder Spiritus).

Feste Substanzen, welche irgend einer chemischen Bearbeitung unterworfen werden sollen, bedürfen vorher der Zerkleinerung oder des Pulverisirens. Je nachdem die Qualität der Substanz es erheischt, wird diese Operation auf verschiedene Weise ausgeführt und darnach sind denn auch die Geräthschaften verschieden.

Getreide und Malz zerkleinert man am besten auf einer Kaffeemühle, die feines Mehl liefert. Dabei ist es rathsam, die Körner vor dem Mahlen erst zu trocknen, weil sie oft soviel Feuchtigkeit aus der Luft aufgesogen haben, daß sie zum Mahlen nicht spröde genug sind.

Brennstoffe die auf ihre Heizkraft untersucht werden sollen, müssen gehörig zerkleinert sein. Hölzer werden vermittelst der Raspel in Pulver verwandelt, — Stein- und Braunkohlen bearbeitet man in der Reibschale von Porzellan. In solchen Reibschalen wird auch die innige Vermengung von verschiedenen Substanzen (z. B. Brennstoffpulver und Bleioxyd bei der Berthier'schen Probe) bewirkt.

Fig. 11.



Um Auflösungen zu erhalten, nimmt man gewöhnlich auch Wärme zu Hülfe, — auf einer Herdplatte oder einer Spirituslampe. Die Spirituslampe ist in ihrer einfachsten Form für unsere Zwecke ausreichend; — ein Gefäß von Glas oder Blech mit engem Halse, in welchem der röhrenförmige Dochthalter steckt. Der Docht ist ein gewöhnlicher baumwollener, der Spiritus muß nicht weniger als 80 und nicht mehr als 85 Proc. Tralles haben, — wird die Lampe nicht gebraucht, so ist sie mit einem gut schließenden Deckel verschlossen, um die Verdunstung des Spiritus zu verhindern.

Soll über dieser Lampe gearbeitet werden, so setzt man die betreffenden Kochgeschirre auf einem Gestell unmittelbar über die Flamme, wie in Fig. 11.

Sind die Kochgefäße von Glas (welches so dünnwandig wie möglich sein muß, damit es die raschen Temperaturwechsel besser verträgt), so hat man noch eine Vorsichtsmaaßregel beim Beginn des Erhitzens zu beobachten. Sobald die kalten Wände des Glaskolbens von der

Weingeistflamme bespült werden, bildet sich ein Beschlag von Wassertröpfchen auf der Außenseite, nach deren Verdunsten die Hitze plötzlich greller einwirken kann, was dickwandigeres Glas nicht gut verträgt und dasselbe oft zerspringen macht. Trocknet man aber den Wasserbeschlag so lange mit Fließpapier ab, bis er nicht wieder erscheint, so ist man vor dem Zerspringen sicher.

Das Experimentiren in Glasgeschirren bietet den großen Vortheil, daß man den Prozeß, der drinnen vorgeht, besser beobachten kann. Dagegen haben die Gefäße von Porzellan oder Metall wieder den Vorzug, daß man Auflösungen darin bis zur Trockne verdampfen kann, ohne die mindeste Gefahr des Zerspringens.

Wenn bei solchen Abdampfungen die Einwirkung einer zu hohen Temperatur auf den Rückstand zu fürchten ist (es könnte z. B. beim Eindampfen von Bier, um den Extrakt in trockner Form zu bekommen, eine Zersetzung der Extraktstoffe stattfinden), — dann bewerkstelligt man diese Operation durch Vermittlung von Wasserdämpfen, denen man die Außenwände der Abdampfschale aussetzt (Abdampfen im „Wasserbad"). Figur 12 zeigt einen solchen Apparat; — a ist der Wasserbehälter, b die Abdampfschale, in welcher sich die abzudampfende Flüssigkeit befindet. Auf diesem Wege wird nun freilich niemals ein ganz trockner Rückstand gewonnen, weil die Temperatur in der Abdampfschale nicht hoch genug wird. Man kann aber leicht ein vollständiges Trocknen herbeiführen, wenn man den Rückstand kurze Zeit in einen Verschlag bringt, worin eine wasserdürstende Substanz befindlich ist. Stellt man einen solchen Körper unter eine Käseglocke, unter welcher sich zugleich eine Schale mit concentrirter Schwefelsäure (welche das Wasser sehr energisch an sich zieht) befindet, so wird die noch feuchte Masse im Abdampfschälchen auf dem Wege dieses diplomatischen Verkehrs allmälig vollständig ausgetrocknet. Den Zeitpunkt, wo diese vollständige Austrocknung erreicht ist, erforscht man durch wiederholtes Wägen, — zeigt sich nach 24 Stunden keine Abnahme des Gewichts mehr, so ist der Fall erledigt. Fig. 13 zeigt einen solchen Trockenapparat,

Fig. 12.

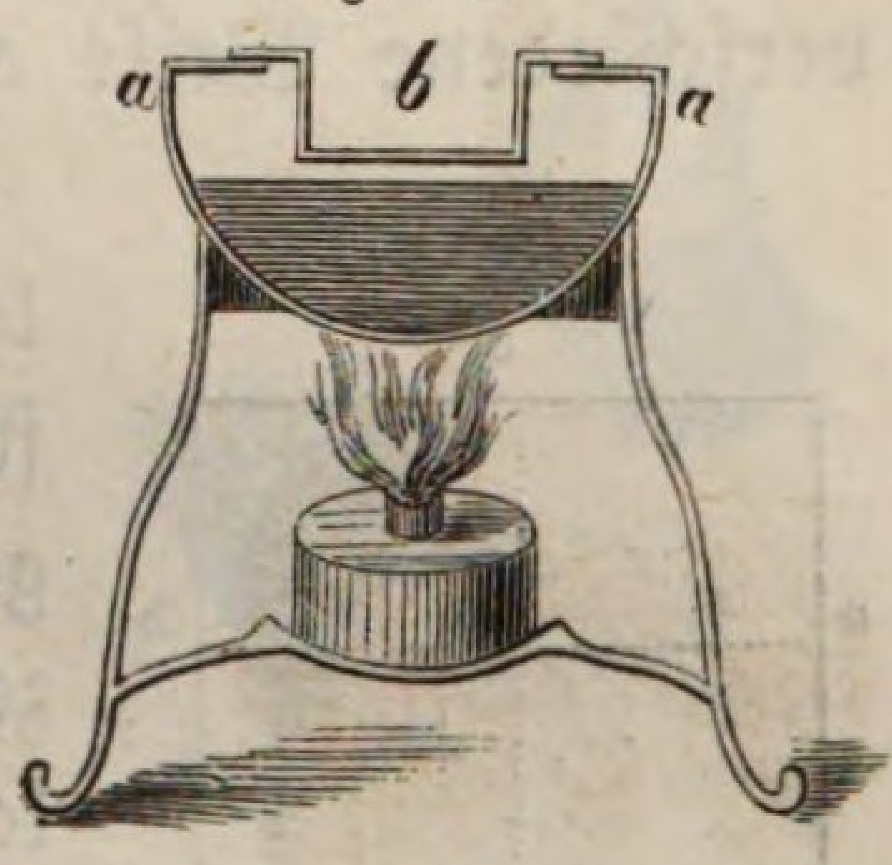


Fig. 13.

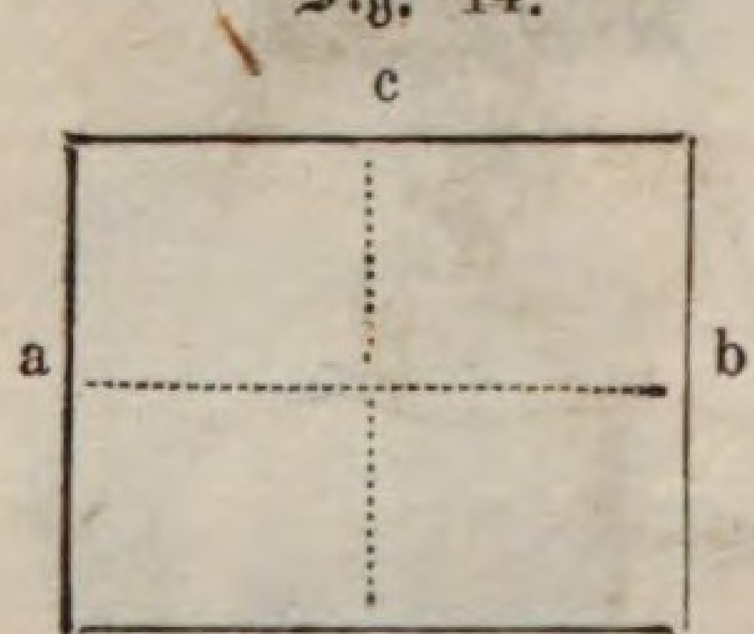


wie er von Luhme & Co. in Berlin geliefert wird; — a das Porzellangefäß für die Schwefelsäure, b der Träger für die auszutrocknende Substanz, c die Glasglocke, welche auf einer Glasplatte aufsteht.

Bei Untersuchung von Flüssigkeiten muß in der Regel verlangt werden, daß sie klar und frei von darin schwebenden Theilen sind. Deshalb werden sie filtrirt. Diese Operation bezweckt, die in der Flüssigkeit aufgeschwemmte feste Substanz von der Flüssigkeit in der Art zu trennen, daß man das Gemenge in einen porösen Behälter (das Filter, gewöhnlich von Druckpapier) bringt, wobei die klare Flüssigkeit abtropft und aufgefangen wird, während die feste Substanz auf dem Filter zurückbleibt.

Bei dieser Operation kann man nun entweder eine vollständige Trennung der flüssigen Substanz vom Rückstande beabsichtigen (so daß im Rückstande auch kein Theilchen von der flüssigen Substanz zurückbleibt), oder man reflektirt nur auf die rasche Gewinnung einer klaren Flüssigkeit (so z. B. bei saccharometrischer Prüfung trüber Biere). In beiden Fällen muß man das Filter auf verschiedene Weise anfertigen, wie wir gleich zeigen werden.

Fig. 14.



Was das Material, das Filtrirpapier, anlangt, so muß man bei der Wahl desselben vorsichtig sein. Das Papier darf, gegen das Licht gehalten, keine löcherigen oder zu dünnen Stellen zeigen und es muß die Flüssigkeit nicht zu langsam durchlaufen lassen. Aus man sich das Filter. Der erste der vorhindiesem Papier fertigt erwähnten Zwecke wird vermittelst des einfachsten Filters auf folgende Weise erreicht. Ein viereckiges Stück Papier wird zweimal zusammengelegt nach den Linien ab und cd (Fig. 14), so daß die vier Ecken aufeinander zu liegen kommen; man schneidet diese Ecken nach dem Bogen ef (Fig. 15) ab. Entfernt man nun eine der vier Papierlagen von den übrigen drei, so entsteht ein kegelförmiger Behälter, unser Filter (Fig. 16).

Fig. 15.

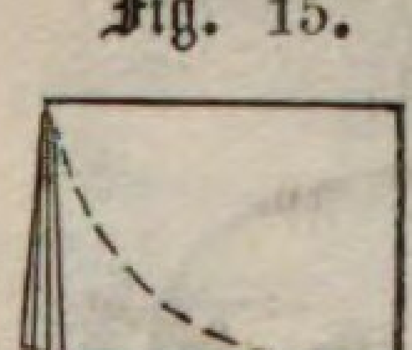


Fig. 16.



Wenn im Brauhause bei der Sudprobe eine Filtration nöthig ist, so reicht es hin, solch ein Filter ohne Weiteres auf ein Glas zu setzen und die kochende Würze aufzugießen.

Im Laboratorium aber giebt man dem Filter in der Regel als stützende Unterlage einen Trichter von Glas (Fig. 17). — Die Wandungen des Trichters müssen sich so erweitern, daß das Filter dicht anschließend hineinpaßt.

Fig. 17.



Solche Trichter steckt man entweder auf ein Filtrirgestell, wie Fig. 17, oder in den Hals der zum Auffangen des Filtrats bestimmten Flasche. Im letzteren Falle wird zwischen den Schnabel des Trichters und den Hals der Flasche ein Stückchen Bindfaden oder ein Papierfidibus gesteckt, damit die in der Flasche enthaltene Luft entweichen kann.

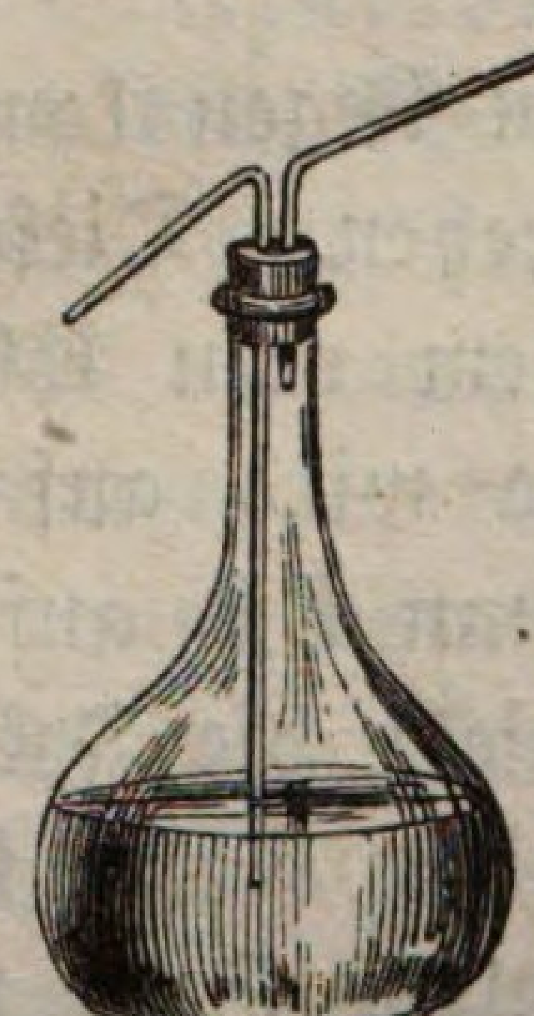
Das Filter, welches nie bis zum Rande des Trichters emporreichen darf, wird nun mit Wasser benetzt und dicht an die Trichterwände angedrückt, — dann erst wird die abzufiltrirende Flüssigkeit, das Klare voran und der Bodensatz zuletzt, aufgegossen.

Fig. 18.



Da hat man denn auch die Kunst des Aufgießens sich anzueignen, wenn man — bei genaueren Arbeiten — Verlusten vorbeugen will. Die Aufgabe ist, die zu filtrirende Flüssigkeit in kleinen Portionen auf's Filter zu gießen, ohne daß an den Wandungen des Behälters Etwas herabfließt und Verlust herbeiführt. Man verfährt dabei so. Der äußere Rand des Glases, aus dem man ausgießen will, wird mit etwas Talg eingefettet und dann beim Ausgießen ein Glasstab (wie man solche als „Rührstäbe" vorräthig hat) als Leiter des Strahls vorgehalten, wie in Fig. 18 zu sehen ist.

Fig. 19.



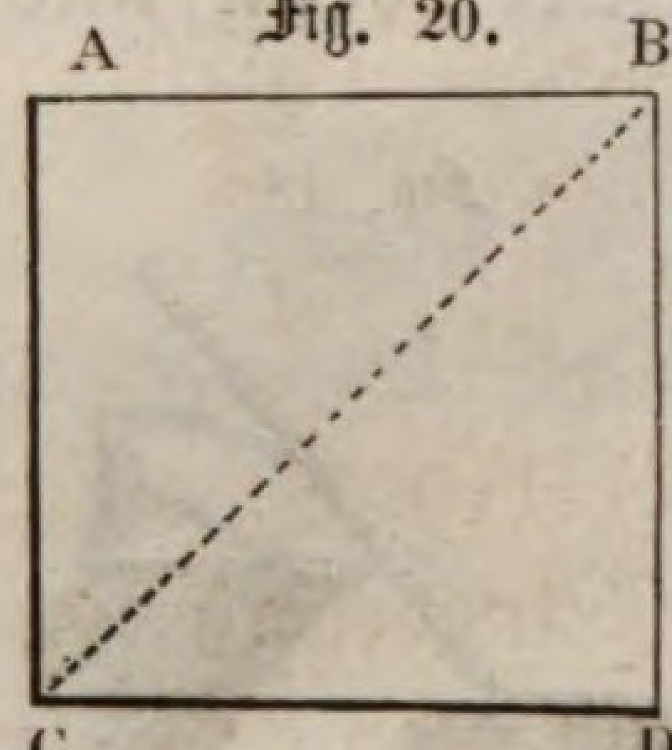
Die abtropfende Flüssigkeit pflegt man in Bechergläsern aufzufangen, wobei man den Schnabel des Trichters an die Glaswandung leitet (wie in Fig. 18), damit kein Tropfen der Flüssigkeit hinausgeschleudert wird.

Ist die Operation soweit geschehen, so bedürfen wir der Mithülfe einer Spritzflasche (Fig. 19). Durch den auf die mit Wasser gefüllte Flasche a befestigten Kork gehen zwei Glasröhren, — das ins

Wasser tauchende Rohr b ist an dem darniedergehenden Ende zu einer Spitze ausgezogen, das andere Rohr c ist zum Einblasen von Luft bestimmt. Beim Einblasen in c wird selbstverständlich ein dünner Wasserstrahl durch das Rohr b hinausgetrieben, — und diesen Strahl leitet man nun auf das leer gewordene Filter, theils um alle feste Substanz in dem untern Theile des Filters zu sammeln, theils um durch Bespritzen des Papiers alle darin noch enthaltene Flüssigkeit zu verdrängen. Will man dieses *Auswaschen bis zur Vollendung* fortsetzen, so muß sich ein vom Filter abfallender Tropfen als reines Wasser ausweisen und darf beim Verdampfen in einem blanken silbernen Löffel keinen Rückstand hinterlassen. Dann erst kann man zum Trocknen und zur Bestimmung des Gewichts schreiten (s. weiter unten).

Soll eine Flüssigkeit aber *rasch* filtrirt werden, ohne daß es auf Vermeidung jeden Verlustes ankommt, so darf das Filter *nicht dicht anliegen* an den Wandungen des Trichters. Das Filter soll vielmehr viele Falten bilden, die gleich Kanälen an den Trichterwänden herablaufen.

Fig. 20.



Ich gebe hier eine Anleitung, diese uns sehr dienlichen Filter verfertigen zu lernen. Der Leser fährt am besten, wenn er ein Stück Papier nimmt und sich zu seiner Instruktion die Buchstaben wie in der nachstehenden Zeichnung darauf schreibt. Man schneidet zuerst ein Viereck ABCD (Fig. 20) aus dem Papier und legt dieses nach der Diagonale BC zusammen, wodurch das Dreieck CAB (Fig. 21) zum Vorschein kommt, dessen Seite CB man vor sich legt. Dies Dreieck wird nun in der Mitte gefaltet, so daß die Ecke B auf C zu liegen kommt, wodurch die beiden Dreiecke AEC und AEB entstehen. Diese beiden Dreiecke theilt man in vier gleiche Theile, indem man EC auf EA legt, wodurch die Falte EF entsteht; eben so wird auf der andern Seite die Falte EG gemacht. Nun legt man EB auf EG und bekommt die Falte EK; CE auf FE gelegt giebt die Falte LE; BE auf FE giebt die Falte IE, CE auf GE giebt Falte HE. So hat man sämmtliche Falten, die nach derselben Seite zugekehrt sind. — Nun dreht man das Papier um und

Fig. 21.



legt wieder die Seite **CB** vor sich hin. Theilt man nun die Dreiecke **BEK**, **KEG**, **GEI**, **IEA**, **AEH**, **HEF**, **FEL** und **LEC**, jedes in zwei gleiche Theile, so entstehen die Falten a, b, c, d, e, f, g u. h, deren Kanten nach der umgekehrten Seite von den ersten Falten gerichtet sind. Das so in Falten gelegte Papier hat jetzt die Gestalt eines Fächers (Fig. 22), von welchem man die vorstehenden Faltenspitzen abschneidet, um den Rand gleichmäßig zu machen. — Nun entfaltet man das Filter, ohne aber die Falten zu ändern. Die Falten bilden dann abwechselnd einen vorspringenden und einen zurückspringenden Winkel, ausgenommen die beiden Punkte b und c (Fig. 22), die immer zwei vorspringende Winkel bilden. Den Raum zwischen diesen beiden Winkeln biegt man auf, indem man ihre Kanten auf einander legt und mit der Hand leise bis nach unten darüber hinstreicht, wodurch auf beiden Seiten ein einspringender Winkel entsteht. Nun wird das Filter in den Trichter gestellt und die zu filtrirende Flüssigkeit langsam eingegossen, damit es nicht zerreißt.

Fig. 22.

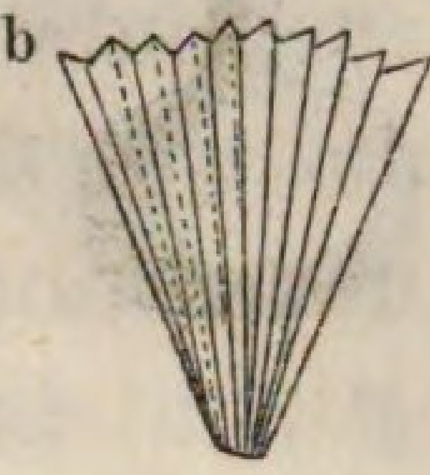
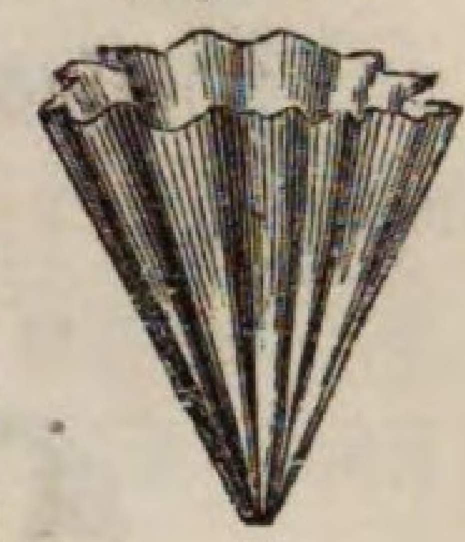


Fig. 23.



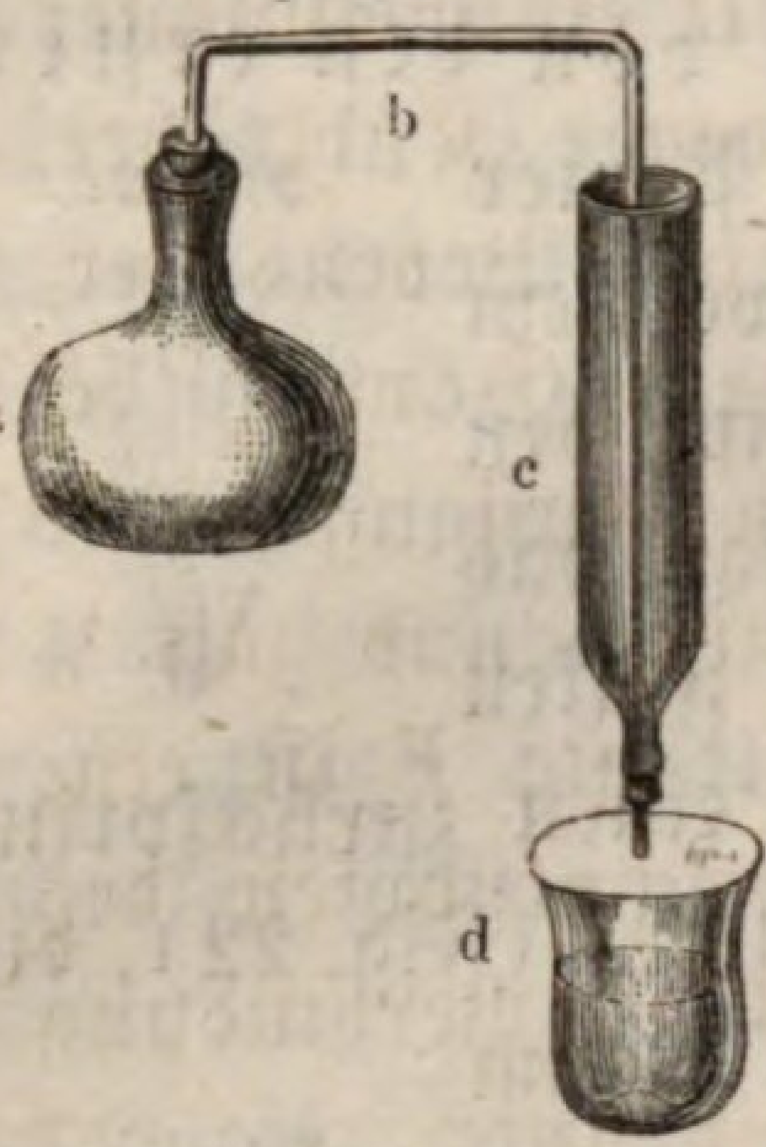
Will man die beim Filtriren bleibenden Rückstände dem Gewicht nach bestimmen, so trocknet man das Filter vor dem Gebrauch in der Hitze vollständig aus, läßt es im Trockenapparat erkalten (damit es nicht wieder Feuchtigkeit aus der Luft anzieht), wägt es dann rasch und notirt das Gewicht darauf mit Bleistift. Ist nun eine zu wägende Substanz darauf, so verfährt man gerade so wie eben erwähnt und subtrahirt von dem erhaltenen Gewichte das Gewicht des leeren Filters, der Rest ist das gesuchte Gewicht der Substanz.

Die Trennung eines flüchtigen Körpers von einem weniger oder gar nicht flüchtigen bewirkt man durch die Destillation. Diese Operation benutzen wir z. B. bei Untersuchung der Biere, wobei der flüchtige Alkohol durch anhaltendes Kochen von dem minder flüchtigen Wasser theilweise und von dem gar nicht verdampfbaren Extrakt vollständig geschieden wird. Die Dämpfe werden durch Abkühlung wieder verdichtet und die Flüssigkeit aufgefangen. Sonach besteht eine jede Vorrichtung zum Destilliren aus einem Kochgefäß, einem Kühlapparat und einem Sammelgefäß.

Den einfachsten Destillirapparat kann man sich auf folgende Weise

zusammenstellen (s. Fig. 24): a ein Kochkölbchen, in dessen durchbohrtem*) Kork das gebogene**) Glasrohr b sitzt; — c ist ein Kölnischwasser-Glas, dessen Boden man abgesprengt***) hat; — der nach unten gerichtete Hals enthält einen Kork, durch welchen das Glasrohr b ausläuft; — c ist mit kaltem Wasser zum Abkühlen gefüllt; — in d sammelt sich das Destillat an.

Fig. 24.



Für die Destillation des Alkohols aus den gegohrenen Flüssigkeiten und Bestimmung seiner Menge hat Salleron einen sehr netten Apparat geliefert, der zu solchen Untersuchungen empfohlen werden mag, — nachstehend die Beschreibung (nach Dr. Galls Prakt. Mittheilungen).

Dieses Instrument ist in Fig. 25, 26 und 27 in $^1/_5$ natür-

Fig. 25.

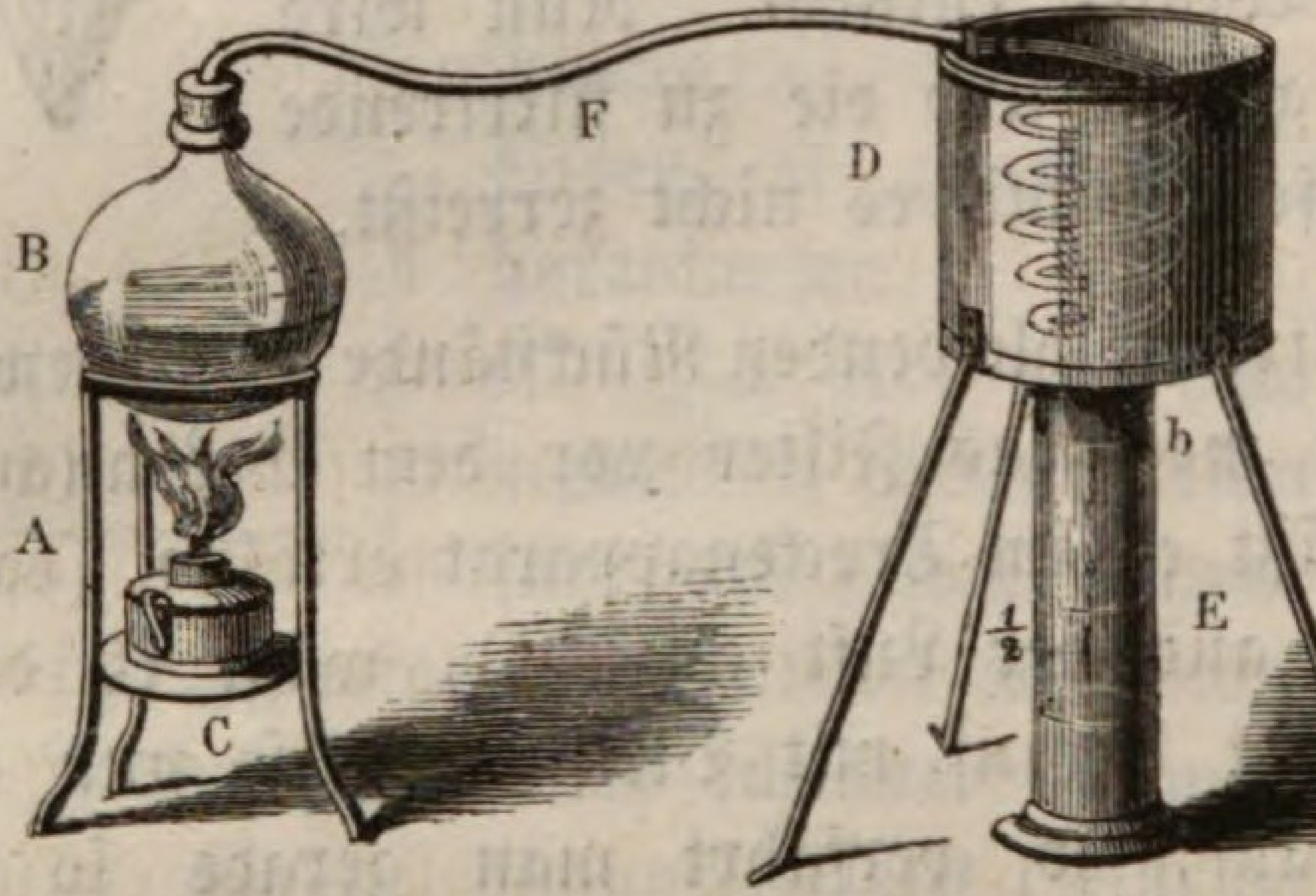
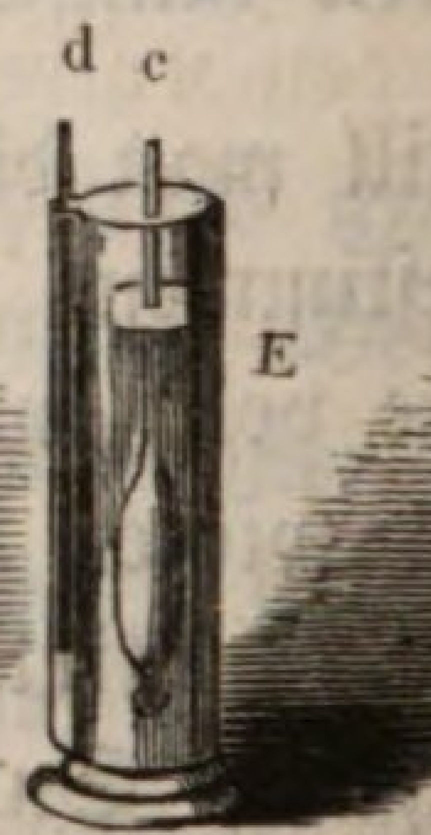


Fig. 26.



Fig. 27.



*) Um ein Loch durch einen Kork zu bohren, dient eine runde Feile (sogen. Rattenschwanz).

**) Die Glasröhren schneidet man nach Bedürfniß von den längern Röhren ab; man macht an der betreffenden Stelle einen Strich mit einer guten dreieckigen Feile, wonach die Röhre an dieser Stelle sehr leicht durchzubrechen ist. Das Biegen des Röhrenstücks geschieht über der Spirituslampe, — es muß ganz trocken sein, wird allmälig erhitzt und dabei beständig in der Flamme herumgedreht, bis es weich genug ist zum Biegen. Es ist dazu etwas Uebung nöthig.

***) Dieses Absprengen wird mit Bindfaden gemacht. Eine Schnur wird um die Stelle, wo der Sprung entstehen soll, geschlungen. Zwei Personen fassen die Enden der Schnur, während das Glas (etwa an einer Tischkante) so gehalten wird, daß sich die Schnur nicht verschieben kann. Und nun wird rasch so lange hin und her gefiedelt, bis der Bindfaden durch die entwickelte Hitze zu stinken beginnt. Ein aufgespritzter Tropfen Wasser vollendet dann die Abtrennung.

licher Größe dargestellt und bildet in dieser Zusammensetzung einen kleinen Destillir-Apparat.

A ist ein messingenes Gestell; B ein $^1/_5$ Liter fassender gläserner Kolben (Kochfläschchen); C eine Spirituslampe; D ein messingner Kühlwasserbehälter mit darin angebrachter gewundener Kühlröhre, deren hier nicht sichtbarer Auslauf aus der Mitte des Bodens hervortritt; E ist ein Glas-Cylinder, welcher bald als Gemäß bei Beschickung des Kolbens, bald als Vorlage zum Auffangen des Destillats dient und zu beiden Zwecken durch die mit b und mit ½ bezeichneten Theilstriche in zwei Abtheilungen getheilt ist; F ist eine Kautschukröhre, welche, von dem durchbohrten Kautschukstopfen des Kolbens B ausgehend, diesen mit der Kühlröhre D in Verbindung setzt. — Unter Fig. 26 ist eine gläserne Pipette und unter Fig. 27 der Glas-Cylinder E für sich, mit einem darin schwimmenden Alkoholometer c und einem Thermometer d abgebildet. Damit diese Instrumentchen einander nicht hindern, ist die Wandung des Cylinders da, wo das Thermometer darin eingesenkt ist, zur Aufnahme desselben rinnenförmig erweitert.

Um den Kolben B zu beschicken, bedient man sich des Glascylinders E als Gemäß. Man füllt dasselbe zu dem Ende genau bis zu dem Strich b mit dem zu prüfenden Bier, wobei man nöthigenfalls die Pipette Fig. 26 zu Hülfe nimmt, leert es darauf bis zum letzten Tröpfchen in den Kolben B, verschließt diesen mit seinem Stopfen und stellt dann den Cylinder E, der nunmehr als Vorlage dienen muß, nachdem man ihn mit einem Flöckchen Baumwolle ausgewischt hat, unter den Auslauf der Kühlröhre. Hat man hierauf den Kühler D noch mit kaltem Wasser und die Lampe mit Brennspiritus gefüllt, so bleibt dieser nur noch anzuzünden, um den Apparat in Gang zu bringen. Das Bier geräth darauf bald in sichtbare Wallung. Fast gleichzeitig steigen die sich entwickelnden Dämpfe durch den Stopfen in der Röhre a empor, um der Kühlröhre in D zugeführt, in dieser zu Tropfen verdichtet zu werden und dann abgekühlt in die Vorlage E zu gelangen. Hat sich das Destillat hier genau bis zu dem mit ½ bezeichneten Strich angesammelt, so wird die Lampe sofort ausgelöscht und dem Destillat in der Vorlage kaltes destillirtes oder reines Regenwasser bis genau zu dem Strich b zugesetzt, wobei man, um diese Grenze nicht zu überschreiten, sich zuletzt wieder der Pipette Fig. 26 bedient, mit welcher man, wie ein einziger

Versuch lehren wird, das nöthige Wasser tröpfchenweise zugeben kann.

Notirt man nun die Anzeigen des Alkoholometers und des Thermometers, so ersieht man aus einer dem Apparat beigegebenen Tabelle den wirklichen Alkoholgehalt des der Destillation unterworfenen Bieres in Volumprocenten.

Der Gebrauch dieser Tabelle ist einfach und leicht. Man sucht auf der ersten wagerechten Linie diejenige Zahl, welche der Alkoholometeranzeige entspricht, und in der ersten senkrechten Spalte die Zahl der Thermometer-Grade; man findet dann da, wo die Linien sich durchkreuzen, den gesuchten Alkoholgehalt.

Beispiel: Das Alkoholometer zeige 10 Grade, das Thermometer 19 Grade; der Alkoholgehalt des untersuchten Weines ist dann 9,5, das heißt, daß derselbe 9½ Volum-Procent Alkohol enthält, oder noch deutlicher, daß 100 Liter (Quart, Maaß 2c.) dieses Bieres 9½ Liter (Quart Maaß 2c.) absoluten Alkohol enthalten.

Eine halbe Minute reicht hin, um den Apparat zusammenzusetzen oder auseinander zu nehmen*).

Um die auf diese Weise ermittelten Maaß- oder Volumprocente von Alkohol in Gewichtsprocente zu übertragen, bedient man sich folgender Tabelle.

Alkohol-Procente		Alkohol-Procente		Alkohol-Procente	
dem Maaß nach	dem Gewicht nach	dem Maaß nach	dem Gewicht nach	dem Maaß nach	dem Gewicht nach
2.0	1.60	3.0	2.40	4.0	3.20
.1	.68	.1	.48	.1	.28
.2	.76	.2	.56	.2	.36
.3	.84	.3	.64	.3	.44
.4	.92	.4	.72	.4	.52
.5	2.00	.5	.80	.5	.60
.6	.08	.6	.88	.6	.68
.7	.16	.7	.96	.7	.74
.8	.24	.8	3.04	.8	.82
.9	.32	.9	.12	.9	.90

*) Ein solches Instrument mit Gebrauchsanweisung und Tabelle ist von Dr. Marquardt in Bonn für 7⅙ Thaler zu beziehen.

Alkohol-Procente		Alkohol-Procente		Alkohol-Procente	
dem Maaß nach	dem Gewicht nach	dem Maaß nach	dem Gewicht nach	dem Maaß nach	dem Gewicht nach
5.0	4.00	6.4	5.13	7.8	6.27
.1	.08	.5	.22	.9	.35
.2	.16	.6	.30	8.0	.43
.3	.24	.7	.38	.1	.51
.4	.32	.8	.46	.2	.59
.5	.41	.9	.54	.3	.67
.6	.49	7.0	.62	.4	.75
.7	.57	.1	.70	.5	.84
.8	.65	.2	.78	.6	.92
.9	.73	.3	.86	.7	7.00
6.0	.81	.4	.94	.8	.08
.1	.89	.5	6.03	.9	.16
.2	.97	.6	.11	9.0	.24
.3	5.05	.7	.19		

Ein sehr häufig angewendeter Umweg, um zwei auflösliche Substanzen zu trennen, bei denen die bisherigen Scheidungswege den Dienst versagen, besteht darin, daß man noch einen andern Stoff einschreiten läßt und zwar einen Stoff, der mit dem einen Körper eine auflösliche, mit dem andern aber eine unauflösliche Verbindung eingeht. In diesem Falle also wird sich die unauflösliche Verbindung ausscheiden und einen Niederschlag bilden. Filtrirt man nun, so bleibt die Verbindung des einen Körpers auf dem Filter zurück und die Verbindung des andern Körpers geht in die abtropfende Flüssigkeit (das Filtrat). Wir werden öfters Gebrauch machen von dieser Manipulation.

Bei allen solchen Scheidungen aber will man häufig auch die Menge des Stoffs auf der einen und andern Seite genau feststellen. Da giebt es denn sehr verschiedene Wege, die zu diesem Ziele führen. Wir wollen uns einige dieser Wege hier ansehen, andere werden wir später — nachdem die Hülfskenntnisse besser Platz gegriffen haben — kennen lernen. — Ist der eine Stoff überhaupt unlöslich, der andere nicht, so ist die Scheidung natürlich höchst einfach, — man filtrirt; so z. B. die durch eine Gährung neugebildete Hefe von der vergohrenen Flüssigkeit. Manchmal ist der eine Stoff überhaupt unlöslich, der andere aber bedarf nur ganz bestimmter Lösungsmittel, als da

sind: Weingeist, Säuren oder dergl.; — dann bringt man den feingepulverten Körper mit diesem Lösungsmittel zusammen, bei gewöhnlicher Temperatur oder bei Siedhitze, und filtrirt; — kannte man nun das Gewicht des untersuchten Körpers überhaupt und wägt ihn nach dieser Behandlung (wobei selbstverständlich auch sorgfältig ausgewaschen und getrocknet wird) wieder, so erfährt man durch den Gewichtsverlust die Menge des aufgelösten Körpers. Auf diese Weise entzieht man z. B. dem Malze seine in Weingeist löslichen Bestandtheile und bestimmt dadurch seinen Werth. — Ist der eine Körper flüchtig, der andere nicht, so ist die Scheidung wiederum sehr einfach zu bewerkstelligen. So z. B. destillirt man aus dem Bier den Alkoholgehalt ab und behält den Extraktgehalt im Rückstande. Verdünnt man beide Theile — das Destillat und den Rückstand — wieder auf den ursprünglichen Raum, so kann man den procentischen Gehalt derselben durch Anwendung angemessener Aräometer (s. S. 25) ermitteln. —

Diese Beispiele mögen als Andeutung genügen. An Gelegenheit zur praktischen Anwendung wird es später nicht fehlen.

Ein ganz vortreffliches Hülfsmittel zur Ermittelung mancher Stoffe ihrer Menge nach hat die neuere Zeit geboren, — es ist die sogenannte Titrirmethode oder Maaßanalyse. Bei diesem Verfahren zur Bestimmung der in Auflösung befindlichen Stoffmengen wird nämlich der langwierige Weg des Niederschlagens, Filtrirens, Trocknens und Wägens vermieden, — das vorgesteckte Ziel wird vielmehr in kürzester Zeit und mit der größten Genauigkeit erreicht durch den Gebrauch von Meß-Instrumenten. Ist auch die Anwendung dieser Methode im Braufach augenblicklich noch geringfügig, so steht doch eine wichtigere Anwendung derselben auf unserm Wunschzettel, — es unterliegt keinem Zweifel, daß sie demnächst das bequemste Hülfsmittel zur Extrakt-Untersuchung bieten wird. Deshalb wollen wir uns auch einigermaßen mit dieser Manipulation bekannt machen.

Um über die Titrirmethode vollkommen ins Klare zu kommen, müssen wir uns vorher merken, was man unter einem Reagens oder Erkennungsmittel für gewisse Stoffe versteht. Wenn ein Stoff bei seinem Zusammentreffen mit einem andern Stoff bestimmte, leicht bemerkbare Erscheinungen hervorruft, durch welche eben dieser Zusammenstoß verrathen wird, so ist jeder der beiden Stoffe ein Reagens für den andern. Bringt man z. B. einen Tropfen Gall-

äpfel-Aufguß (welcher eine Art Gerbsäure enthält) zu einer eisenhaltigen Flüssigkeit, so färbt sich das Gemisch schwarz, — in Folge dieser Erscheinung (oder „Reaktion") benutzt man die Galläpfel-Tinktur als Reagens für Eisen, ebenso wie man sich einer Eisenauflösung zur Erkennung der Galläpfel-Gerbsäure zu bedienen pflegt. — Bringt man zu einer blauen Lackmus-Auflösung einen Tropfen einer Säure, so wird die Auflösung roth, — blaue Lackmusauflösung ist deshalb ein Reagens für Säuren. Setzt man zu der rothen Lackmusauflösung nun Etwas von einem sogenannten „Alkali" (d. h. einem Körper, der die Säure wieder beseitigt, indem er sich mit ihr verbindet)*), so kommt die blaue Farbe des Lackmus wieder zum Vorschein; rothe Lackmustinktur ist deshalb auch ein Reagens für die Reihe von Stoffen, die man Alkalien nennt. Halten wir dieses Verhalten des Lackmus einmal fest, um es zu benützen zur Bestimmung der Menge von Säuren oder Alkalien.

Angenommen, wir besäßen eine Auflösung eines Alkali von einem genau bekannten Gehalt oder titre (daher der Name des Verfahrens). Vermittelst dieser sogenannten „Normallösung" würden wir dann im Stande sein, in einer bestimmten abgewogenen oder abgemessenen Flüssigkeitsmenge den Säuregehalt auf folgende Weise zu bestimmen. Die saure Flüssigkeit wird mit blauer Lackmustinktur versetzt, so daß sie deutlich roth gefärbt erscheint. Nun setzt man von der in einer graduirten Röhre befindlichen Normallösung ganz allmälig soviel zu, bis die rothe Farbe der Flüssigkeit verschwindet und violet erscheint. Diese Reaktion sagt uns, daß die zugesetzte Menge der Normallösung hinreicht, um die Säure zu beseitigen, — und diese verbrauchte Menge der Normallösung wird abgemessen. Der Gehalt der Normallösung ist aber derart festgestellt, daß er einer bestimmten Menge von Säure in der zu untersuchenden Flüssigkeit entspricht. Weiß man also, wieviel Normallösung zur Beseitigung (Sättigung) der Säure verbraucht ist, so kennt man auch die gesuchte Menge der Säure.

Wir kommen später auf mehrseitige Anwendung des hier zu Grunde liegenden Princips zu sprechen und wollen uns hier nur mit den für die Maaßanalysen erforderlichen Apparaten bekannt machen.

---

*) Genaueres über diese Stoff-Verbindung kommt erst später auf die Tagesordnung.

Die Maaßcylinder oder **Buretten** sind in Kubikcentimeter und Zehntel-Kubikcentimeter eingetheilt, — die oberste Marke ist mit 0 bezeichnet. Die Form der Burette ist verschieden, — die nebenstehenden Figuren 28 bis 30 zeigen verschiedene.

Fig. 28.

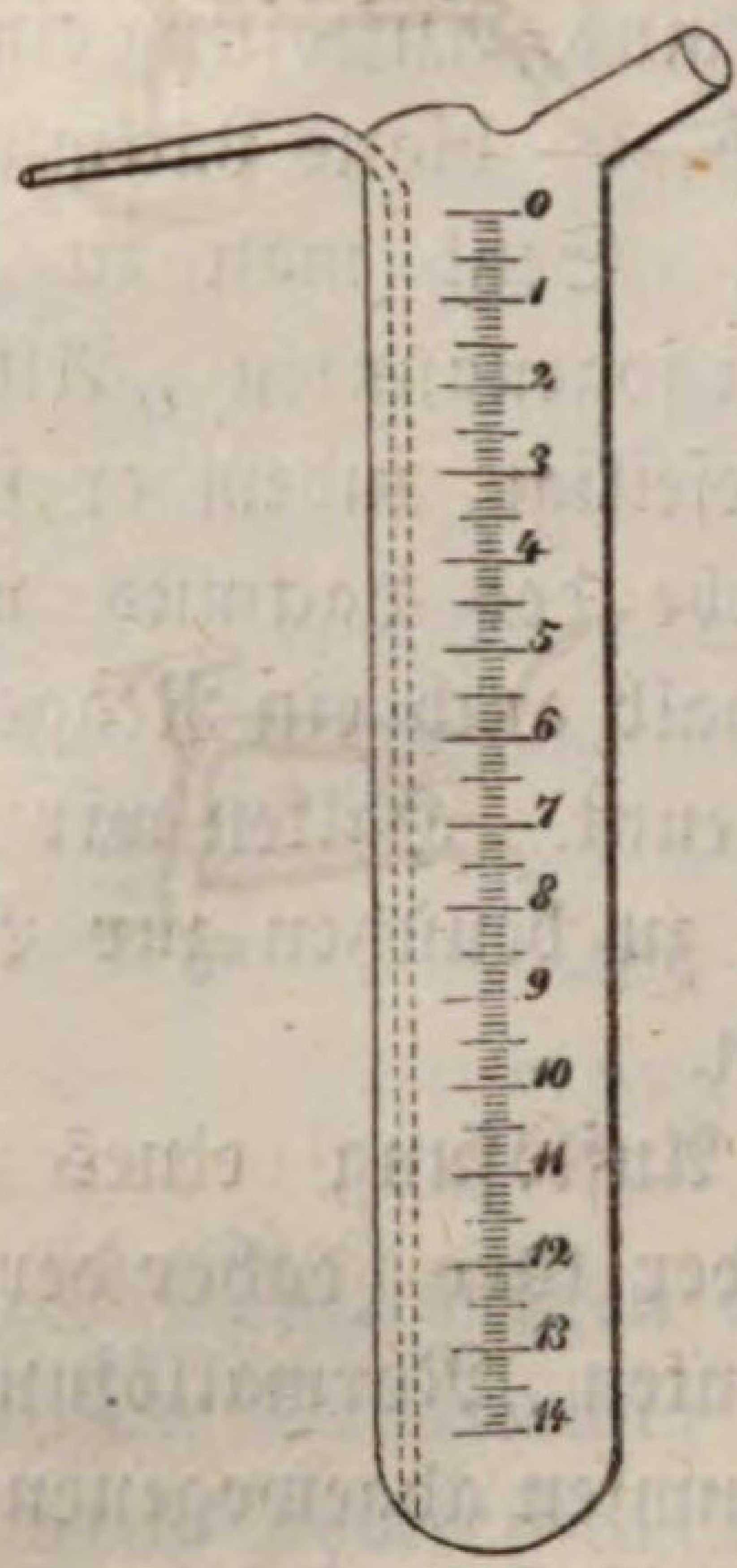


Fig. 29.

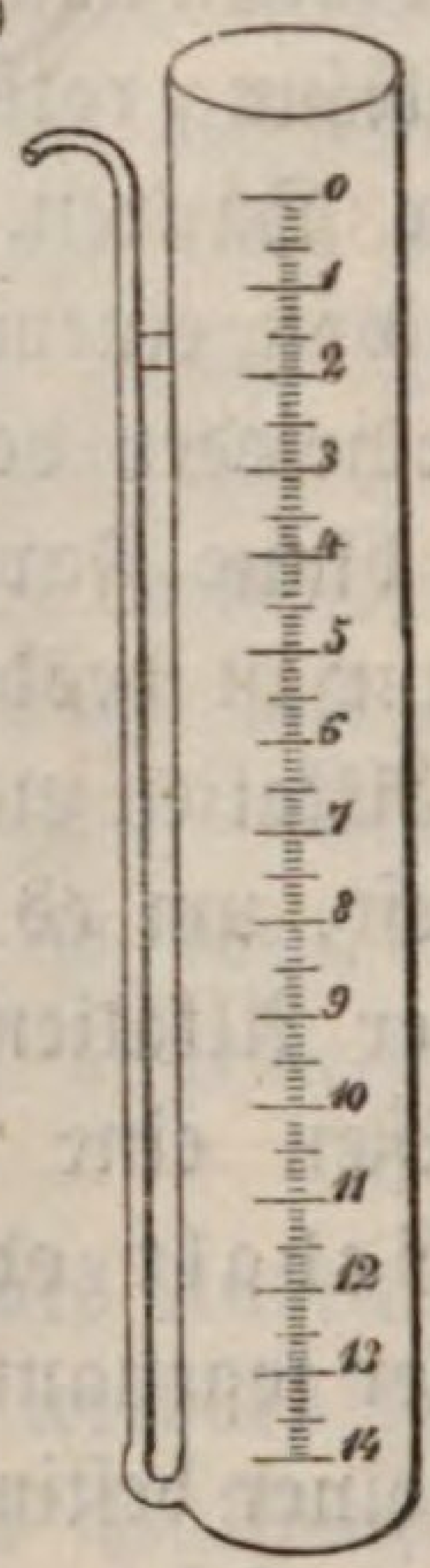
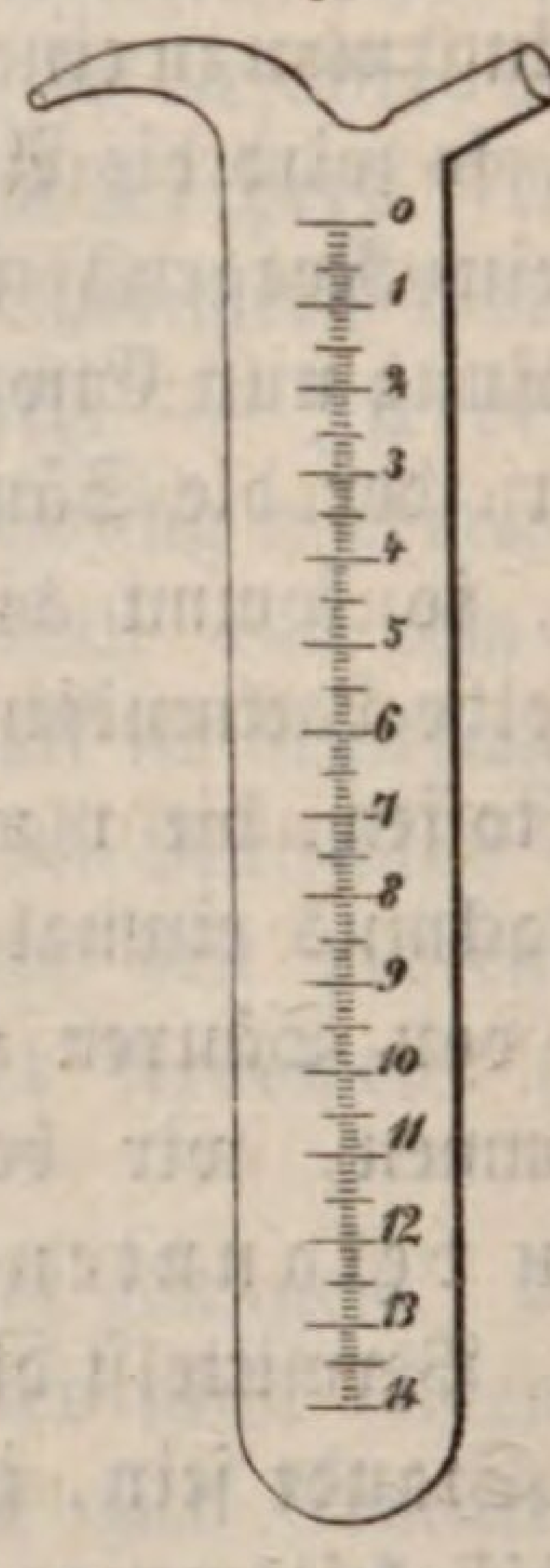


Fig. 30.



Alle diese Buretten sind bei gehöriger Vorsicht gleich gut im Gebrauche. Es ist darauf zu merken, daß kein Tropfen aus der Burette entlassen werden darf, ohne in die zu untersuchende Flüssigkeit zu fallen; — damit keine Flüssigkeit außen an der Ausflußröhre herabrinnt, ist es zweckmäßig, den Rand der Mündung mit etwas Talg zu bestreichen. — Fig. 31 zeigt eine Burette im Gebrauche.

Fig. 31.



Fig. 32.



Eine sehr zweckmäßige Burette ist die mit Quetschhahn von Mohr. Fig. 32 zeigt die an einem Stativ befestigte Burette. An das untere Ende derselben ist ein kurzes Kautschukrohr, in welchem ein Glasröhrchen steckt, festgebunden. Um dieses Kautschukrohr nun ist der Quetschhahn aus hart gezogenem Messingdraht gelegt (Fig. 33). Drückt man auf die Knöpfe bb der Zange, so entfernen sich die Schenkel derselben von einander (wie Fig. 34 zeigt), das dazwischen eingequetschte Kautschukrohr a öffnet sich und läßt die in der Burette befindliche Flüssigkeit abtropfen.

Fig. 33.

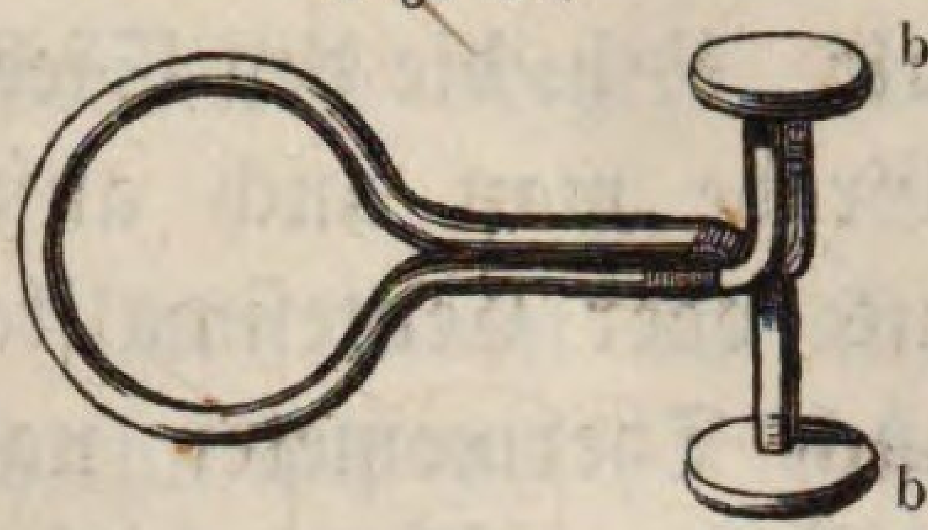


Fig. 35.

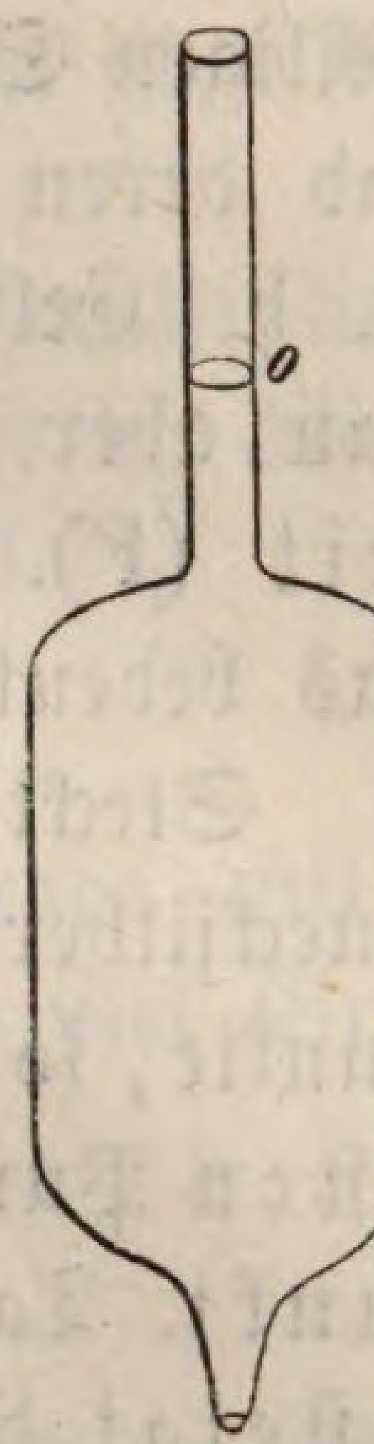
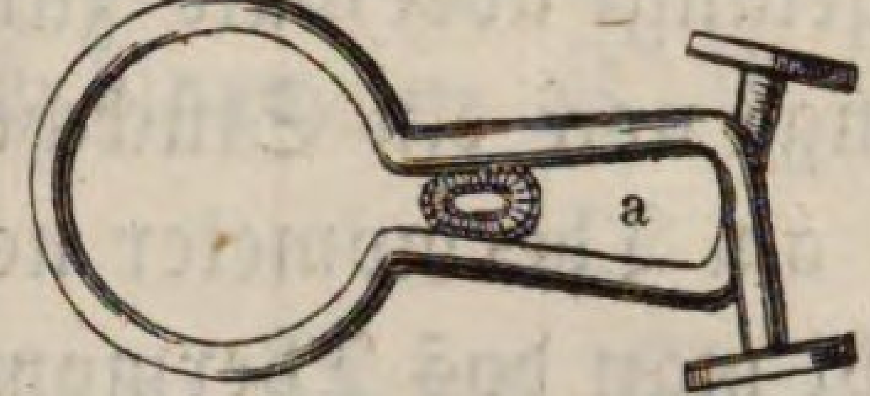


Fig. 34.



Außerdem erheischt die Maaßanalyse noch Pipetten zum Abmessen der zu untersuchenden Flüssigkeiten. Fig. 35 zeigt eine solche Pipette. Sie hat am Hals eine Marke 0, bis zu der sie, mit Flüssigkeit gefüllt, eine bestimmte Anzahl von Kubikcentimetern abfließen läßt.

Fig. 36. a.

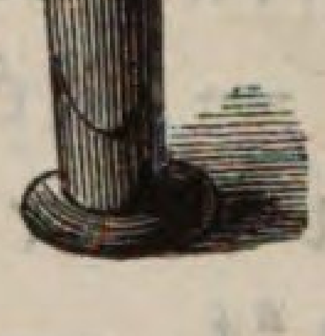


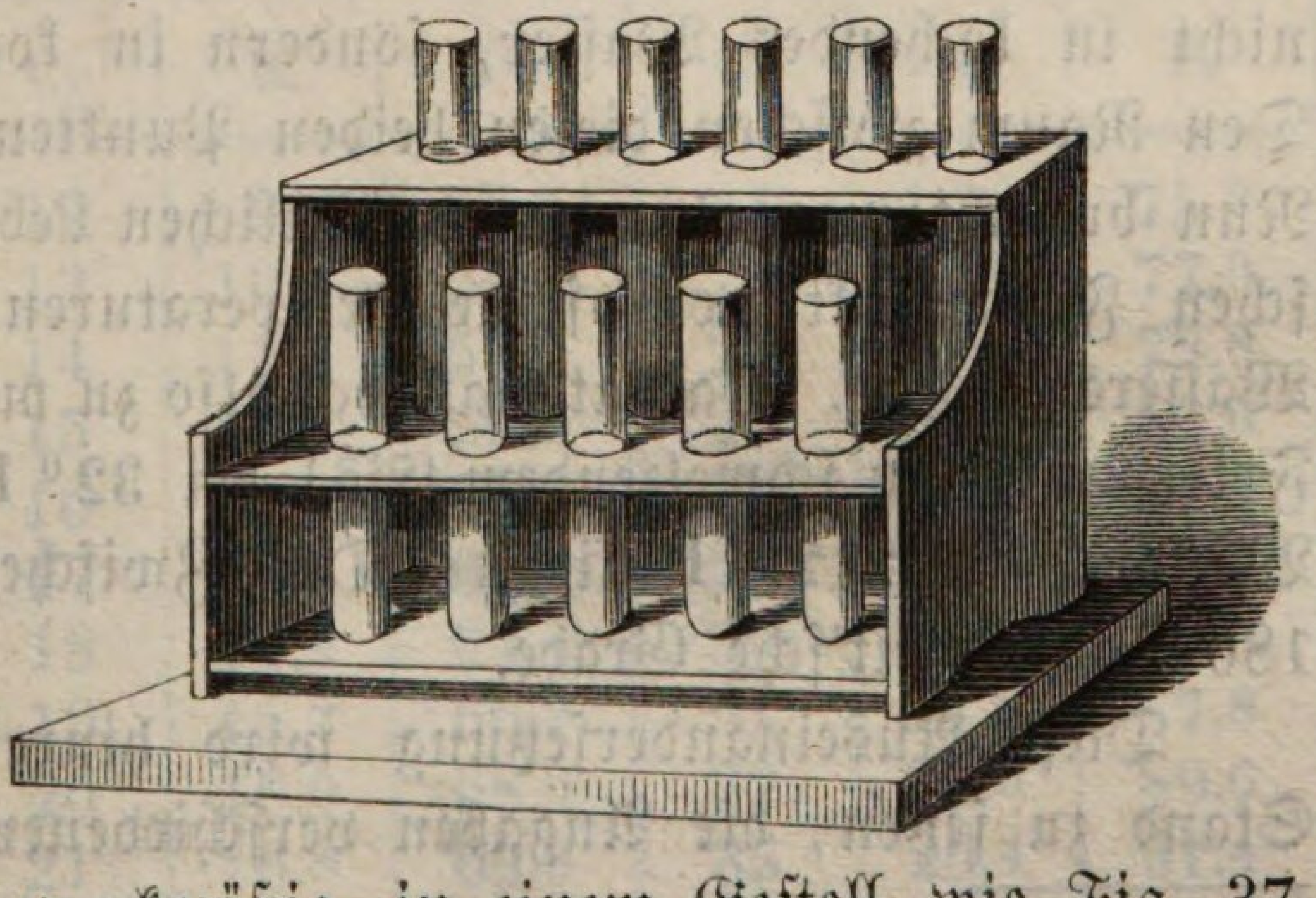
Fig. 36. b.



Zu den übrigen Utensilien, die in unserem Laboratorium nicht fehlen dürfen, gehören noch

die Reagirgläser, in welchen die charakteristischen Erscheinungen zur Erkennung der Stoffe (Reaktionen, s. S. 38) hervorgerufen werden. Es sind entweder einfache Reagirkelche von der Form wie Fig. 36, oder Reagirröhren von dünnem Glase, in welchen man auch über der Spiritusflamme kochen kann. Diese Röhren stellt man zweckmäßig in einem Gestell wie Fig. 37 auf.

Fig. 37.



Schließlich auch das Thermometer, das weltbekannte Instrument, dessen Grade uns die Temperatur anzeigt (s. beim „Wärmestoff"). Wir rechnen in diesem Werke lediglich nach der hunderttheiligen Skala, d. h. die den Siedepunkt des Wassers bei 100°*) hat und deren Grade man auch außerdem noch durch ein beigesetztes C (d. h. Celsius oder Centesimalskale) kennzeichnet. Bekanntlich hat man aber auch Thermometer nach Réaumur (R) und Fahrenheit (F). Woher rühren diese verschiedenen Bezeichnungen? und was bedeuten sie?

Steckt man ein Thermometer in schmelzendes Eis, so sinkt das Quecksilber, gelangt aber bald zum Stillstand und beharrt auf diesem Punkte, so lange noch ein Stückchen Eis vorhanden ist. Diesen einen festen Punkt am Thermometer nennt man den Eispunkt oder Frierpunkt. Taucht man das Thermometer in Wasser, welches erhitzt wird, so steigt das Quecksilber und gelangt abermal zum Stillstand, sobald das Wasser zu sieden beginnt. Diesen zweiten festen Punkt nennt man den Siedepunkt.

Der Raum zwischen diesen beiden festen Punkten ist nun in eine Skale mit gleich großen Graden umgewandelt, aber das Eintheilungsprincip ist bei allen drei Thermometern verschieden.

Der Schwede Celsius theilte den Zwischenraum vernünftiger Weise in 100 Theile, — Réaumur machte willkührlicher Weise 80 Theile daraus. Ein reiner Zufall aber verleitete Fahrenheit zu seinem Frierpunkt, — er wählte nämlich dazu den tiefsten Stand seines Quecksilberthermometers im harten Winter 1709! Und den andern festen Punkt machte er sich dadurch, daß er das Thermometer nicht in kochendes Wasser, sondern in kochendes Quecksilber steckte. Den Raum zwischen diesen beiden Punkten theilte er in 600 Grade. Nun braucht man aber im gewöhnlichen Leben weder den Fahrenheit'schen Frierpunkt noch seine Temperaturen über den Kochpunkt des Wassers hinaus. Da hat man sich also zu merken, daß der gewöhnliche Frierpunkt (in schmelzendem Eis) bei 32° F und der Siedepunkt des Wassers bei 212° F liegt. Der Zwischenraum beträgt also noch 180 Fahrenheit'sche Grade.

Diese Auseinandersetzung wird hinreichen, um Jeden in den Stand zu setzen, die Angaben verschiedener Thermometer vergleichen

*) Statt des Wortes „Grad" setzt man eine kleine Null rechts oben an die Zahl, wie hier, — 100° heißt 100 Grad.

zu können. Es müssen nämlich alle Temperatur-Angaben nach F zuerst um 32 verkürzt werden. Dann sind 180° F gerade soviel wie 100° C oder 80° R.

Dem Praktiker wollen wir praktische Regeln geben zur Verwandlung von

1) Fahrenheit in Réaumur. Ziehe zuerst 32 ab, multiplicire den Rest mit 4 und dividire ihn mit 9, — so hast du Réaumur'sche Grade. Wie viel Grad R sind 155° F?

$$\frac{123 \times 4}{9} = 54^2/_3{}^0 \text{ R}.$$

2) Réaumur in Fahrenheit. Multiplicire die Grade mit 9, dividire mit 4 und zähle 32 hinzu. — Z. B. wie viel Grade F sind 70° R?

$$\frac{70 \times 9}{4} + 32 = 157^1/_2 + 32 = 189^1/_2 \text{ F}.$$

3) Réaumur in Celsius. Multiplicire mit 10 und dividire mit 8. Oder

4) Celsius in Réaumur. Multiplicire mit 8 und dividire mit 10. Und so weiter.

Für den raschen Ueberblick steht aber hier eine

Tabelle

zur

Vergleichung der hunderttheiligen (C), Réaumur'schen und Fahrenheit'schen Thermometergrade.

C.	R.	F.	C.	R.	F.	C.	R.	F.
0	0	32.0	12	9.6	53.6	24	19.2	75.2
1	0.8	33.8	13	10.4	55.4	25	20.0	77.0
2	1.6	35.6	14	11.2	57.2	26	20.8	78.8
3	2.4	37.4	15	12.0	59.0	27	21.6	80.6
4	3.2	39.2	16	12.8	60.8	28	22.4	82.4
5	4.0	41.0	17	13.6	62.6	29	23.2	84.2
6	4.8	42.8	18	14.4	64.4	30	24.0	86.0
7	5.6	44.6	19	15.2	66.2	31	24.8	87.8
8	6.4	46.4	20	16.0	68.0	32	25.6	89.6
9	7.2	48.2	21	16.8	69.8	33	26.4	91.4
10	8.0	50.0	22	17.6	71.6	34	27.2	93.2
11	8.8	51.8	23	18.4	73.4	35	28.0	95.0

C.	R.	F.	C.	R.	F.	C.	R.	F.
36	28.8	96.8	58	46.4	136.4	80	64.0	176.0
37	29.6	98.6	59	47.2	138.2	81	64.8	177.8
38	30.4	100.4	60	48.0	140.0	82	65.6	179.6
39	31.2	102.2	61	48.8	141.8	83	66.4	181.4
40	32.0	104.0	62	49.6	143.6	84	67.2	183.2
41	32.8	105.8	63	50.4	145.4	85	68.0	185.0
42	33.6	107.6	64	51.2	147.2	86	68.8	186.8
43	34.4	109.4	65	52.0	149.0	87	69.6	188.6
44	35.2	111.2	66	52.8	150.8	88	70.4	190.4
45	36.0	113.0	67	53.6	152.6	89	71.2	192.2
46	36.8	114.8	68	54.4	154.4	90	72.0	194.0
47	37.6	116.6	69	55.2	156.2	91	72.8	195.8
48	38.4	118.4	70	56.0	158.0	92	73.6	197.6
49	39.2	120.2	71	56.8	159.8	93	74.4	199.4
50	40.0	122.0	72	57.6	161.6	94	75.2	201.2
51	40.8	123.8	73	58.4	163.4	95	76.0	203.0
52	41.6	125.6	74	59.2	165.2	96	76.8	204.8
53	42.4	127.4	75	60.0	167.0	97	77.6	206.6
54	43.2	129.2	76	60.8	168.8	98	78.4	208.4
55	44.0	131.0	77	61.6	170.6	99	79.2	210.2
56	44.8	132.8	78	62.4	172.4	100	80.0	212.0
57	45.6	134.6	79	63.2	174.2			

Erster Theil.

Theorie der Bierbraukunde.

Erster Abschnitt.

Vom Stoff im Allgemeinen.

---

§. 1.

Die Naturforscher liegen im Streite über die Frage: „ob Alles, was durch unsere Sinne wahrgenommen werden kann, Stoff (oder Materie) ist? oder ob auch Nicht=Stoffe sich uns durch Erscheinungen bemerklich machen können? —

Für das Feld, welches wir hier bebauen wollen, könnte die Frage ziemlich gleichgültig sein, — wenn nicht die Oekonomie ein Wort mitzureden hätte. Die Oekonomie verlangt nämlich von Allem, was wir technisch verarbeiten, genaue Rechenschaft über Einnahme und Ausgabe, — der Rechnungs=Abschluß muß klar und es darf Nichts verloren gegangen sein.

Daß wir diesen Anforderungen in Bezug auf die Bestandtheile der zur Bierfabrikation verwendeten Materialien (Getreide und Hopfen) leicht nachkommen können, brauchen wir dem Leser nicht erst zu sagen. Allein wir werden auch die Wärme als Stoff behandeln. Die Gründe dazu wolle man im Kapitel „Wärmestoff" ersehen.

Alle Stoffe, aus denen die lustige Welt aufgebaut ist, haben gewisse, allen gemeinsame Eigenschaften, welche wir zunächst kennen lernen müssen, — es bildet das den Charakter des „Stoffs" überhaupt.

§. 2.

Jeder Stoff ist in seinen kleinsten Theilen ein für sich abgeschlossenes, jedem Vernichtungsversuche trotzendes und deshalb unsterbliches Ganzes. Freilich kann man die gewöhnlichen Körper durch Zerreiben u. s. w. in Pulver verwandeln und immer mehr zertheilen. Allein diese Versuche haben ihre Grenze, — sie scheitern schließlich an der Person des Stoffes, welche „heilig und unverletzlich" bleibt.

Man hat diese felsenfesten Charaktere — den Stoff in seiner Einheit — Atom genannt.

Bei allen Beziehungen nun, in welche ein Stoff zu andern Stoffen kommt, tritt er stets mit seiner unwandelbaren Person in die Schranken. Wird der Verkehr wieder abgebrochen, so steht der Stoff wieder unverkürzt und unbeschädigt da. Wodurch erkennen wir das?

§. 3.

Es ist das Gewicht, welches ihn kennzeichnet. Dieses Gewicht nämlich, mit welchem er sich an dem Treiben der Stoffe unter einander betheiligt, ist bei den verschiedenen Stoffen verschieden, — ein jeder hat sein eigenthümliches, unveränderliches Gewicht. Man hat es Atomgewicht, Aequivalent oder Mischungsgewicht genannt. Wir werden alsbald ausführlicher darüber reden, nachdem wir das oberste Gesetz, welches die ganze Welt regiert und dem alle Stoffe unterthan sind, kennen gelernt haben.

§. 4.

Dieses Gesetz nun, — es ist das Gebot der Geselligkeit oder der Liebe. Kraft dieses Gesetzes entwickelt sich denn aus dem geselligen Treiben der Stoffe das Leben des Weltalls. Die Geselligkeit führt die Stoffe zu Gesellschaften (sogenannten „Verbindungen") zusammen, — und die Liebe läßt den einen oder andern Stoff wiederum aus solch' einer Gesellschaft heraustreten und führt ihn einem wieder andern Stoff in die Arme. So gestaltet sich das Leben der Stoffe unter einander.

Und dasselbe Gesetz findet sich wieder in den Beziehungen der Stoffgesellschaften zu einander, — hinauf bis zum einzelnen Menschen und der menschlichen Gesellschaft. Vernünftige Leute haben zu allen Zeiten die Tugend der Geselligkeit gepriesen und vor fast 2000 Jahren verkündigte einer dieser Propheten: „Dabei wird Jedermann erkennen, daß ihr meine Jünger seid, so ihr Liebe zu einander habt." Wahrlich, das ist das Evangelium der Natur, wie es dem unverdorbenen Leben der einzelnen Stoffe abgelauscht ist. Die Stoffe kennen keinen Haß, — sie führen auch keinen Krieg unter einander; Elihu Burrit kann für seine Friedenspfeife keinen bessern Träger finden, als die ewige Liebe der Stoffe untereinander.

§. 5.

Wir wollen zur Anwendung dessen, was wir über den Charakter der Stoffe bereits erzählten, schreiten, — es ist die Rolle, welche das Atomgewicht bei den Verbindungen der Stoffe unter einander spielt.

Wenn sich ein Stoff mit einem andern verbindet, so geschieht das immer und ewig nach denselben Gewichtsverhältnissen. So z. B. giebt's einen Stoff Namens „Sauerstoff", einen andern Namens „Wasserstoff". Sobald sich nun beide vermöge ihrer gewaltigen Tugend der Geselligkeit vereinigen, so entsteht jene Verbindung, welche unter dem Namen „Wasser" weltbekannt ist. Dabei verbinden sich jedesmal 8 Gewichtstheile Sauerstoff mit 1 Gewichtstheil Wasserstoff, — es kommt niemals vor, daß sich im Wasser 4 oder 5, 6, 7, 9 u. s. w. Sauerstoff für je 1 Wasserstoff vorfänden, sondern immerdar nur acht Sauerstoff. Aber es giebt auch unter den sämmtlichen übrigen Stoffen nicht einen einzigen, der sich in dem obigen Verhältnisse (wie 8 zu 1) mit dem Wasserstoff verbinden könnte. Diese Zahl 8 ist das Kennzeichen oder der gesellschaftliche Charakter des **Sauerstoffs** und keines anderen.

§. 6.

Diese Zahlen bilden also die Handhabe, vermittelst welcher die chemische Polizei über das Umhertreiben der Stoffe geübt wird. Es bedarf keines weitern Signalements als der leicht zu erforschenden Verbindungszahl oder des Atomgewichts (wie wir diese Zahl nennen und abgekürzt „At". schreiben wollen) und — man weiß genau, wen man vor sich hat.

Eine jede solche Untersuchung zur Erforschung der Verbindungszahlen hat natürlich eine Scheidung der bestehenden Verbindung zur Folge. Will man z. B. die Verbindungszahlen im Wasser erforschen, so muß man es zersetzen, — man fängt den Wasserstoff für sich auf und ebenso den Sauerstoff, — man wirft sie auf die Wage und der Charakter ist zweifellos festgestellt. Deshalb hat die Wissenschaft von den Stoffen und ihren Verbindungen — die Chemie nämlich — in frühern Zeiten auch den Namen „Scheidekunst" erhalten.

§. 7.

Die Unwandelbarkeit der Verbindungszahlen, mit denen die einzelnen Stoffe in die Stoffgesellschaften eintreten, liefert uns den Beweis, daß sie durch keine Macht der Welt weiter zertheilbar sind. Und deshalb dürfen wir uns die verschiedenen Stoffe als Personen von verschiedenem Gewicht denken. In dem vorhin erwähnten Beispiel ist das Gewicht des Sauerstoffs achtmal so groß als das des Wasserstoffs.

§. 8.

Wollen wir die Atomgewichte der verschiedenen Stoffe untereinander vergleichen, so müssen wir natürlich einen Ausgangspunkt haben oder eine Einheit zu Grunde legen. Man hat dazu den Stoff gewählt, welcher die kleinste Verbindungszahl hat, den Wasserstoff. Dann erhalten diejenigen Stoffe, mit denen wir in der Bierbraukunde zu schaffen bekommen, folgende Verbindungszahlen oder Atomgewichte.

Wasserstoff, dessen Zeichen H*) ist, hat die Zahl 1.
Kohlenstoff = = N = = = = 6.
Sauerstoff = = O = = = = 8.
Magnesium = = Mg = = = = 12.
Aluminium = = Al = = = = 13.6
Stickstoff = = N = = = = 14.
Silicium = = Si = = = = 14.8
Schwefel = = S = = = = 16.
Calcium = = Ca = = = = 20.
Natrium = = Na = = = = 23.2
Mangan = = Mn = = = = 27.5
Eisen = = Fe = = = = 28.
Phosphor = = P = = = = 31.
Kupfer = = Cu = = = = 31.7
Zink = = Zn = = = = 32.2
Chlor = = Cl = = = = 36.
Kalium = = K = = = = 39.
Zinn = = Sn = = = = 59.
Jod = = J = = = = 126.

---

*) Diese lateinischen Buchstaben sind die chemischen Zeichen der Stoffe, denen sie beigefügt sind, — es sind die Anfangsbuchstaben ihrer lateinischen Be-

§. 9.

Vereinigen sich nun zwei solche Stoffe unter einander in mehr als einem Verhältniß, so ergiebt sich dabei folgendes Gesetz der Stoffverbindung.

Wenn sich ein Stoff A mit einem Stoffe B in verschiedenen Verhältnissen vereinigt, so erhält man die übrigen Verbindungs-Mengen von B, indem man die kleinste Menge von B (welche sich mit A verbinden kann) mit 2 oder 3, 4, 5 oder einer andern ganzen Zahl multiplicirt. Diese verschiedenen Mengen von B sind also Vielfache (Multipla) von der geringsten Menge B; — daher hat man dieses wichtige, auf der untheilbaren Persönlichkeit des Stoffes beruhende Gesetz „das Gesetz der Multiplen" genannt. — Ein Beispiel: 1 Atom Stickstoff (oder dessen Gewicht = 14) verbindet sich mit Sauerstoff in 5 verschiedenen Verhältnissen, nämlich mit 1, 2, 3, 4 oder 5 Atomen oder (weil das Atomgewicht des Sauerstoffs = 8 ist) mit 8, 2 × 8, 3 × 8, 4 × 8 und 5 × 8 Sauerstoff.

§. 10.

Außerdem kommen auch noch Verbindungen vor, in welchen der Stoff A nicht als Einheit auftritt, und dann gestalten sich noch die Gruppen 2 A + 3 B oder 3 A + 4 B. Es ist das gleichsam der Uebergang zu den Stoffverbindungen, in welchen mehr als zwei Stoffe ihr Spiel treiben. Wir haben später Gelegenheit, diese Verbindungen und dieses Spiel der Stoffe unter einander kennen zu lernen, weil der gesammte Malz-, Brau- und Gährprozeß nur auf diesem Stoffwechsel beruht. Denn das Gesetz der Multiplen hat seine Geltung nicht blos bei den Verbindungen der sogenannten einfachen Stoffe unter einander, es bleibt auch zu Recht bestehend beim diplomatischen Verkehr der Stoffgesellschaften von größerem Kaliber.

Das Atomgewicht einer Verbindung erhält man, wenn man die Atomgewichte ihrer Bestandtheile zusammen addirt; z. B. 1 Atomgewicht Schwefel verbindet sich mit 3 At. Sauerstoff, diese Verbindung ist die Schwefelsäure.

---

nennungen, z. B. H von Hydrogenium oder Wasserstoff, N von Nitrogenium oder Stickstoff u. s. w. Die Anwendung dieser Zeichen ist sehr bequem; — dennoch bediene ich mich derselben nur ausnahmsweise, weil ich das Gedächtniß des Lesers nicht noch mehr belasten will, als es ohnehin schon tragen muß.

1 At. Schwefel . . . . . = 16
3 = Sauerstoff = 3 × 8 = 24
Also ist das At. der Schwefelsäure = 40. —

Ein At. Calcium (= 20) verbindet sich mit 1 At. Sauerstoff (= 8) zu Kalkerde, deren Atomgewicht demnach 20 + 8 = 28 ist. 1 At. Schwefelsäure verbindet sich aber auch mit 1 At. Kalkerde zu schwefelsaurer Kalkerde oder Gyps. Das Atomgewicht des Gypses stellt sich also heraus:

1 At. Schwefelsäure = 40
1 = Kalkerde = 28
1 At. Gyps = 68

Zweiter Abschnitt.

Von den Stoffen und ihren Verbindungen, welche der Bierbrauer kennen muß.

§. 11.

Es ist eigentlich nur ein einziger Stoff, welcher uns im freien, unverbundenen Zustande zu Gebote steht. Und das ist der Wärmestoff, der vermöge seiner Allgegenwart und ungeheuren Geselligkeit alle Körper durchdringt und sich mit ihnen zum Theil verbindet. Alle übrigen Körper sind schon Wärmestoff-Verbindungen. Weil aber der Wärmestoff allen gemeinsam ist, so sieht man von ihm ab und betrachtet die Wärmestoff-Verbindungen als einfache Stoffe.

Nur wenige solcher sogenannten Elemente (einfache Stoffe) kommen als solche für unsern Zweck in Betracht. Wir werden uns meistens mit Verbindungen derselben unter einander zu befassen haben. Doch führen wir des bessern Verständnisses wegen auch die Bestandtheile der in Rede kommenden Verbindungen dem Leser vor.

Der Wärmestoff.

§. 12.

Noch immer streiten sich die Leut' herum (die Physiker nämlich) über die Ursache der Zu- oder Abnahme der Wärme, welche sich in der

Welt bemerklich macht. Man hat früher schon von einem Wärmestoff gesprochen, dessen Andrang „Wärme" und dessen Abmarsch „Kälte" zur Folge haben soll. Allein die große Mehrzahl der Gelehrten will die allgemeine Eigenschaft der Stoffe, daß sie Gewicht besitzen oder schwer sind, auch beim Wärmestoff erst nachgewiesen haben, bevor dessen Körperlichkeit zugestanden wird. Die Mangelhaftigkeit unsrer Wagen betrachten die Herren nur als einen Einwurf, der selbst auf die Dauer nicht Stich halten würde. Lieber behelfen sie sich mit allerdings geistreichen Theorien für die Lehrkanzel. Im praktischen Leben aber behandeln sie die Wärme als einen Stoff, einen kostbaren Stoff, von dem ja nichts verloren gehen darf, weil die frierende Welt gebieterisch nach Brennstoff-**Oekonomie** verlangt und weil man doch am Ende nur über einen Stoff genau Rechnung führen kann, bezüglich der Einnahme und Ausgabe.

Wenn man übrigens einigermaßen gerecht sein will, so wird man fortan auch der Wärme den Ehrentitel eines „Stoffs" nicht mehr vorenthalten dürfen. Die Thatsachen mögen weiter unten reden. Hier wird der Wärmestoff in der Reihe der übrigen Stoffe aufmarschiren.

§. 13.

Wärmequellen.

Für unsern Zweck sind nur zwei Prozesse von Wichtigkeit, bei denen massenhafte Wärmequantitäten sich bemerklich machen oder „frei werden." Es sind: der Verbrennungsprozeß und die Zellenbildung. Beide werden in spätern Abschnitten ausführlich behandelt. Durch den Verbrennungsprozeß schaffen wir uns die Wärmemenge, welche wir zum Trocknen des Malzes, zum Maisch- und Würzekochen haben müssen. Die Wärmemenge dagegen, welche uns durch die Zellenbildung erwächst, tritt uns nur störend in den Weg, — sie erhitzt uns unsere Malzhaufen zu sehr und steigert die Temperatur im Gährbottich zuweilen auf unangenehme Weise.

§. 14.

Daß die Wärme ein **Stoff** ist, geht wol zunächst aus folgenden sehr wesentlichen Eigenschaften hervor, die sie mit allen andern Stoffen gemein hat. Sie ist unsterblich wie jeder andere Stoff. Mag sich die Wärme verbreiten, wie sie will, kein Atom derselben geht verloren. Durch Verbindung mit andern Stoffen verändert

sie deren Raum. Eine Blase, welche halb mit Luft gefüllt und zugeschnürt in der Nähe eines Ofens aufgehängt wird, erscheint alsbald gespannt bis zum Zerplatzen; — der Wärmestoff, welcher sich mit der Luft in der Blase verbunden hat, verlangt auch Raum wie jeder andere Stoff.

§. 15.

Sie folgt bei ihren Verbindungen dem Gesetz der Multiplen (s. §. 9), — einem Gesetz, welches nur in der Einheit des Stoffs begründet ist. Diese Thatsache ist zu wichtig, als daß wir sie nicht näher betrachten sollten. Dem Chemiker Heß in Petersburg gebührt der Dank, uns auf diesen unbestrittenen Boden geführt zu haben. Hier das Ergebniß seiner Versuche, die dem Leser möglichst verständlich gemacht werden sollen, — sollte es da oder dort dennoch etwas am Verständniß fehlen, so wird sich das später doch noch einstellen.

Will man die Wärme-Entwickelung bei Gelegenheit des Verbrennungsprozesses unter die polizeiliche Aufsicht der Chemie stellen, so hat das seine Schwierigkeiten, weil da gar zu leicht ein Durchschlüpfen des verfolgten Stoffs möglich ist, — der allgemeine Wirrwar ist zu gewaltig. Kann man den freigelassenen Wärmestoff immer noch einigermaßen an der Schnur behalten, so ist die Beaufsichtigung viel leichter. Das ist der Weg, den Heß eingeschlagen hat.

Es bedarf nämlich nicht des Verbrennungsprozesses, um die Wärme in Freiheit zu setzen. Mischt man Schwefelsäure mit Wasser, so entwickelt sich eine enorme Menge Wärmestoff. Und wenn man dabei allmälig zu Werke geht, so kommt man zu folgendem Resultat.

Bringt man zu 1 At. Schwefelsäure (= 40)

a) 1 At. Wasser (=9), so entwickelt sich eine Wärmemenge = 8,
setzt man dazu noch

b) 1 At. Wasser, so entwickelt sich eine Wärmemenge = 2,
bei nochmaligem Zusatz von

c) 1 At. Wasser erhält man eine Wärmemenge . . . = 1,
Bei fernerem Zusatz von

d) 3 At. Wasser erhält man eine Wärmemenge . . . = 1,
bei fernerem Zusatz von

e) 4 At. Wasser entwickelt sich eine Wärmemenge . . = 1,

Es ist also insgesammt entwickelt eine Wärmemenge = 13.

Man sieht, daß diese Wärmemengen in einem einfachen Verhältnisse zu einander stehen, sie sind Vielfache von einander (Multipla).

Fernere Versuche lehrten, daß

	die entwickelte Wärmemenge gleich ist
1) aus einer Mischung von 1 Atomg. Schwefelsäure und 10 Atomg. Wasser	13
2) aus der obigen Mischung a mit noch 9 Atomg. Wasser	5
3) der obigen Mischung b mit noch 8 Atomg. Wasser	3
4) der obigen Mischung c mit noch 7 Atomg. Wasser	2
5) der obigen Mischung d mit noch 4 Atomg. Wasser	1

Daraus ist denn ersichtlich, daß, wenn eine chemische Verbindung zu Stande kommt, die Menge der dabei entwickelten Wärme **immer gleich groß** ist, mag nun die Verbindung **unmittelbar** oder **auf Umwegen** und in **verschiedenen Zeiträumen** vor sich gehn.

Diese beiden Gesetze hat Heß bei einer Reihe von Versuchen mit andern Stoffen bestätigt gefunden und so dürfen wir wol keinen Anstand nehmen, die Wärme fortan als Stoff zu behandeln.

§. 16.

Da wir den Wärmestoff bis jetzt nicht wohl wägen konnten, so ist freilich das Atomgewicht desselben noch nicht bestimmt worden. Weil wir aber für die Folge mit dem Wärmestoff rechnen werden, so müssen wir doch eine gewisse unveränderliche Einheit desselben haben. Und das ist **die Wärme-Einheit.**

Wie wurde diese Wärme-Einheit gefunden?

Man hat das Thermometer (s. S. 42) zu Hülfe gezogen.

Diejenige Menge Wärmestoffs, welche erforderlich ist, um die Temparatur einer Gewichts-Einheit (Pfund oder Kilogramm) Wasser um einen Grad des Thermometers zu erhöhen, nennt man Wärme-Einheit (oder Calorie).

Ob man sie auf Pfunde oder Kilogramme bezieht, ist gleichgiltig, da man ja in demselben Lande auch stets mit derselben Gewichtseinheit rechnet. Ebenso ist es gleichgiltig, ob man die Grade des 100theiligen Thermometers (C) oder des 80theiligen (R) im Auge hat, wenn man nur immer mit denselben Graden rechnet.

Um 1 Pfund Wasser vom Frierpunkt (0) bis zum Siedepunkt

zu erhitzen, sind also erforderlich 100 Wärme-Einheiten des 100theiligen Thermometers, aber nur 80 Wärme-Einheiten des 80theiligen (Réaumur'schen) Thermometers, weil der Grad des letztern Thermometers größer ist als der des erstern, und folglich auch die Réaumur'sche Wärme-Einheit in gleichem Verhältniß größer ist.

Mit welchen Wärme-Einheiten wir in diesem Werke rechnen wollen, darüber müssen wir uns natürlich jetzt gleich entscheiden, damit Einheit in die Darstellung kommt. Wir wählen das 100theilige Thermometer, obgleich es derzeit in den deutschen Bierbrauereien nicht eingebürgert ist und obgleich in des Verfassers Monatsberichten „der Bierbrauer" die Temperaturbestimmungen nach dem Réaumur'schen Thermometer gemacht sind. Die Gründe dieser Wahl sind: das 100theilige Thermometer ist in der Wissenschaft fast überall zu Hause, — auch hoffen wir, daß diese Blätter über die deutschen Grenzen hinaus Leser finden.

§. 17.

Es ist oben betont worden, daß zur Bestimmung der Wärme-Einheit Wasser genommen wird. Kommt es denn dabei auf die Natur des Stoffs an? konnte man nicht ebenso gut statt „Wasser" sagen „Stoff"? — Nein, — der Wärmestoff hat, eben so gut wie die andern Stoffe, seine Machtgrenzen.

Es sind deshalb gegenüber den übrigen Stoffen sehr verschiedene Wärmemengen nothwendig, um 1 Pfund*) derselben um 1 Grad C zu erwärmen, — ein jeder Stoff braucht zu dem Ende ein anderes Wärmequantum. Und da wir für die Folge uns doch mit noch andern Stoffen außer dem Wasser befassen werden, so wollen wir uns auch gleich mit dieser Eigenthümlichkeit des Wärmestoffs, welche man **die specifische Wärme** genannt hat, bekannt machen.

Man versteht darunter die Wärme-Einheiten, welche von den gleichen Gewichten verschiedener Körper behufs gleichgroßer Erwärmung aufgenommen werden, wenn man die beim Wasser erforderlichen Wärme-Einheiten als Ausgangspunkt oder Einheit annimmt.

§. 18.

Die nachfolgende Tabelle giebt die Zahlen für die specifische Wärme der für uns interessanten Körper.

---

*) Das Wort „Pfund" bedeutet hier nur soviel als „landesübliche Gewichtseinheit."

Wasser	=	1.000
Atmosphärische Luft . . .	=	0.267
Kohlensaures Gas	=	0.221
Wasserdampf	=	0.301
Schmiede-Eisen	=	0.114
Guß-Eisen	=	0.130
Zink	=	0.096
Kupfer	=	0.095
Gebrannter Thon	=	0.200
Holzkohle	=	0.241
Gerstenmalz und Malzextrakt	=	0.421

Diese Zahlen machen sich namentlich geltend, wenn verschiedene Stoffe gleichzeitig mit Wärmestoff zusammentreffen und eine innige Mischung bilden. Es mögen gleich ein paar Beispiele aus der Praxis hier stehen, um das Verständniß zu erleichtern.

a) Mischt man zwei Flüssigkeiten von gleicher specifischer Wärme, so verbreiten sich die Wärmemengen auf gleiche Weise über die ganze Mischung. Z. B. man mischt 1000 Pfund siedendes Wasser (also von 100° C.) mit 700 Pfund Wasser von 10°, — welche Temperatur hat das Gemisch? —

1000 Pfd. von 100° besitzen:	100000	W.-E.*)
700 „ „ 10° „	7000	„
1700 Pfd. haben also	107000	W.-E.

Folglich enthält 1 Pfund des Gemisches $\frac{107000}{1700} = 62^{16}/_{17}$ W.-E. oder zeigt am Thermometer etwa 63°.

b) Maischen wir nun einmal 1000 Pfund Malzschrot von 8° und 4000 Pfund Wasser von 75° ein, — welche Temperatur wird das Gemisch haben (abgesehen von der Abkühlung durch den Bottich)? — 1000 Pfund Malz (s. oben) bedürfen zur gleichgroßen Erwärmung nicht mehr Wärmestoff als 421 Pfund Wasser. Die Wärmemenge, welche das Malz von 8° mit in den Bottich bringt, beträgt also

421 × 8	3368	W.-E.
4000 Pfd. Wasser von 75° bringen	300000	„
Die Maische enthält also	303368	W.-E.

Da nun das Malz auch ferner nicht mehr Wärme in Anspruch nimmt

*) „W.-E." heißt „Wärme-Einheiten."

als 421 Pfund Wasser, so beträgt die Temperatur der Maische $\frac{303368}{4421} = 68.6^0$.

§. 19.

Nachdem wir so den Weg zur Kontrole des Wärmestoffs angebahnt haben, können wir uns auch die übrigen so sehr hervorragenden **Eigenschaften des Wärmestoffs** näher betrachten.

1) Der Wärmestoff ist unsichtbar. Dieses geisterhafte Wesen kann indessen seiner Körperlichkeit keinen Eintrag thun; auch die farblosen Gase, an deren Körperlichkeit doch kein Mensch zweifelt, sind unsichtbar.

2) Der Wärmestoff ist sehr zusammendrückbar (kompressibel). Das ist eine Eigenschaft, die er wahrscheinlich vor allen andern Stoffen voraus hat. Wenn irgendwo ein Körper zusammengepreßt wird, geschieht es unter Ausscheidung von Wärmestoff, weil (wie wir weiter unten sehen werden) alle Körper mit Wärmestoff verbunden sind. Ein kalter eiserner Nagel z. B. wird durch bloßes Hämmern erhitzt.

3) Der Wärmestoff ist auch sehr ausdehnsam (expansibel), — was ihn wiederum vor allen andern Stoffen charakterisirt. Diese Eigenschaft ist übrigens nur eine logische Folgerung der vorigen; — ein Stoff, der zusammendrückbar ist, muß auch ausdehnsam sein.

§. 20.

4) Der Wärmestoff ist äußerst social, — er ist der geselligste aller Stoffe. Kein Stoff auf der Welt kann sich den Umarmungen des Wärmestoffs entziehen.

Bekanntlich kommen die Körper in drei verschiedenen Formen vor, die man gewöhnlich den „Aggregats-Zustand" derselben nennt, — sie sind fest oder flüssig (tropfbar) oder luftförmig (Gas). Viele Körper können in allen drei Formen vorkommen, so z. B. das Wasser; — festes Wasser ist das sog. Eis, tropfbar ist unser gewöhnliches Wasser und luftförmiges Wasser bildet den Wasserdampf. Den Uebergang der einen dieser Formen in die andere vermittelt der Wärmestoff. Durch Erwärmen verwandeln wir das Eis in tropfbares Wasser, — und durch weiteres Zuführen von Wärmestoff wird Wasserdampf gebildet.

Aber auch die festen Körper enthalten Wärmestoff, den man aus denselben herauspressen kann. Jedesmal, wo ein fester Körper

in einen kleinern Raum zusammengepreßt wird, scheidet sich eine Portion Wärmestoff aus, — wiewol man sicher nicht den ganzen Wärmestoff-Gehalt auf diese Weise beseitigen kann. Nehmen die zusammengepreßten Körper nach Aufhebung des Belagerungszustandes wieder den frühern Raum ein, so bedürfen sie dazu auch der frühern Wärmemenge, — sie entziehen dieselbe den nächsten Umgebungen und deshalb wird's dort kälter.

§. 21.

Die Wärmestoff-Mengen, welche zugeführt werden müssen, um einen Körper aus der einen Aggregatsform in die andere, wärmestoffreichere umzuwandeln, werden vom Thermometer nicht angezeigt. Eis, welches zu schmelzen beginnt, hat eine Temperatur von 0°, — mag man den Wärmezufluß beschleunigen, das Thermometer zeigt keine Steigerung, so lange noch ein Stückchen Eis vorhanden ist. Ebenso ist's, wenn das flüssige Wasser in die Dampfform übergeht, — so lange noch Wasser im Siedegefäß vorhanden ist, bleibt das Quecksilber des Thermometers im Dampf unbeweglich auf dem Siedepunkt stehen. Der Grund liegt, wie schon erwähnt, darin, daß der Wärmestoff verwendet wurde, um die neuen Verbindungen (Wasser und Wassergas) entstehen zu machen, — er ist eine Verbindung eingegangen. Solchen verbundenen Wärmestoff pflegt man „latente" (d. h. verborgene) oder „gebundene" Wärme zu nennen. Verloren geht nicht ein Atom Wärmestoff, — wir können ihn stets wiedergewinnen, wie wir beim „Wasserdampf" sehen werden, wo uns der Dampf Träger der Wärme ist.

§. 22.

5) Der Wärmestoff ist uneinschließbar. Kann der tyrannische Mensch auch Alles in Ketten und Banden schlagen und selbst den Blitz auf Bouteillen ziehen (wie Lichtenberg sagt), — den Wärmestoff muß er wol laufen lassen! —

Uebrigens ist diese Uneinschließbarkeit des freien Wärmestoffs doch keine absolute, weil ihn sein geselliges Wesen gar sehr an andere Stoffe fesselt. Wäre dem nicht so, dann würde ein erwärmtes Zimmer augenblicklich erkalten müssen, sobald das Feuer im Ofen erlischt. Und auf dieser Möglichkeit, dem Wärmestoff wenigstens einigermaßen einen Kerker zu präpariren, beruht auch die Möglichkeit der technischen Benutzung des Wärmestoffs.

§. 23.

6) Der Wärmestoff durchdringt alle Körper und dehnt sie aus; je mehr Wärmestoff sich ansammelt, desto mehr Raum ist auch erforderlich, und um so größer ist also auch die Ausdehnung. Man hat deshalb diesen Umstand benutzt, um für die Ansammlung des Wärmestoffs — die sog. „Temperatur" — einen Maaßstab zu haben, und konstruirte daraufhin die Thermometer oder Wärmemesser. Auf der Verlängerung eines Metallstabes beruhen die Metallthermometer, auf der Verlängerung eines in einer Glasröhre (die sich, wie wir sehen werden, wenig verlängert) eingeschlossenen Quecksilberfadens die gewöhnlichen Quecksilberthermometer (s. S. 42) und auf der Ausdehnung der Luft die Luftthermometer.

Bei verschiedenen Körpern findet für gleiche Grade der Erwärmung ein großer Unterschied der Ausdehnung statt. So z. B. beträgt die lineare Ausdehnung einiger festen Körper bei der Erwärmung von 0 bis 100°

bei Töpferzeug	$^1/_{1200}$ bis $^1/_{2400}$
„ Glas	$^1/_{1200}$
„ Guß-Eisen	$^1/_{930}$
„ Stab-Eisen	$^1/_{846}$
„ Kupfer	$^1/_{582}$
„ Bronce	$^1/_{550}$
„ Messing	$^1/_{535}$
„ Zinkblech	$^1/_{322}$

§. 24.

Diese Unterschiede machen sich in der Technik häufig in störender Weise bemerkbar. Da sind z. B. die Verankerungen von Stabeisen, welche zur Erhöhung der Haltbarkeit des Mauerwerks eingelegt werden, in der Regel die Unterwühler derselben, weil sich das Eisen viel mehr ausdehnt als der gebrannte Thon. — Auch den eingemauerten kupfernen oder eisernen Kesseln muß man deshalb den nöthigen Spielraum zur Ausdehnung geben, weil sie beim Anheizen sonst das Mauerwerk aus den Fugen treiben. — Gleiche Rücksicht ist beim Legen der Malzdarrbleche zu nehmen, damit beim Erwärmen keine „Beutel" (Verkrümmungen) entstehen. — Bei den Hähnen an Braukesseln und Dampfleitungen dehnt sich die Hülse mehr aus als der Wirbel, — der Schluß würde also undicht werden; macht man den Körper des Hahns von Gelbguß und den Wirbel von Rothguß,

so ist der Uebelstand beseitigt, weil sich letzterer mehr ausdehnt. — U. s. w.

§. 25.

Wenn nun die Körper durch die Erwärmung einen größern Raum einnehmen, so ist in dem frühern Raum weniger Masse enthalten, — d. h. der erwärmte Körper ist leichter geworden. Es ist also bei der Bestimmung der specifischen Gewichte, z. B. bei der Anwendung des Saccharometers, unumgänglich nöthig, eine Normaltemperatur zu Grunde zu legen, bei der die Bestimmungen geschehen müssen, oder aber — wenn die Bestimmung bei andern Temperaturen geschah — eine angemessene Korrektion eintreten zu lassen (s. §. 261. „Analyse des Bieres").

§. 26.

In Folge der verschiedenen Ausdehnung, welche die Körper durch den Wärmestoff erfahren, werden die einzelnen Bestandtheile derselben in eine sehr veränderte Lage zu einander gebracht, — die bisherige gesellschaftliche Ordnung geht aus den Fugen und neue Verbindungen treten in's Dasein. Oder — wie man zu sagen pflegt — „durch die Erwärmung der Körper werden theils chemische Verbindungen zersetzt, theils neue hervorgerufen." — Beispiele werden wir später kennen lernen (siehe z. B. „Verbrennungsprozeß, Verhalten der Brennstoffe bei höherer Temperatur," — die Entstehung der Milchsäure u. s. w.).

Dieses Treiben des Wärmestoffs ist's nun, was uns ganz besonderes Interesse gewährt, da wir ihn beherrschen müssen,

a) um die beabsichtigten Stoffverbindungen bei ganz bestimmten Temperaturen in's Leben zu rufen (so z. B. die Zuckerbildung beim Maischen), — oder

b) um unliebsame Verbindungen zu beseitigen (z. B. das Ausscheiden des Pflanzeneiweiß beim Würzekochen) — oder

c) um gefährlichen Verbindungen (z. B. der Milchsäure beim Maischen) vorzubeugen.

Zur Ergründung dieses Treibens betrachten wir den freien ledigen Wärmestoff sowol als den seßhaften gebundenen Wärmestoff.

§. 27.

Der Wärmestoff auf der Wanderschaft stößt mit seinem Streben, Alles zu durchdringen, natürlich auch auf Widerstand, der sich bald mehr bald weniger geltend macht.

Ist der Widerstand nur gering — wie z. B. bei den Gasarten und einigen flüssigen und festen Körpern —, so verbreitet er sich vom Entstehungsplatze aus mit ungeheurer Geschwindigkeit in graden Linien nach allen Richtungen ringsum. Man hat das „strahlende Wärme“ genannt.

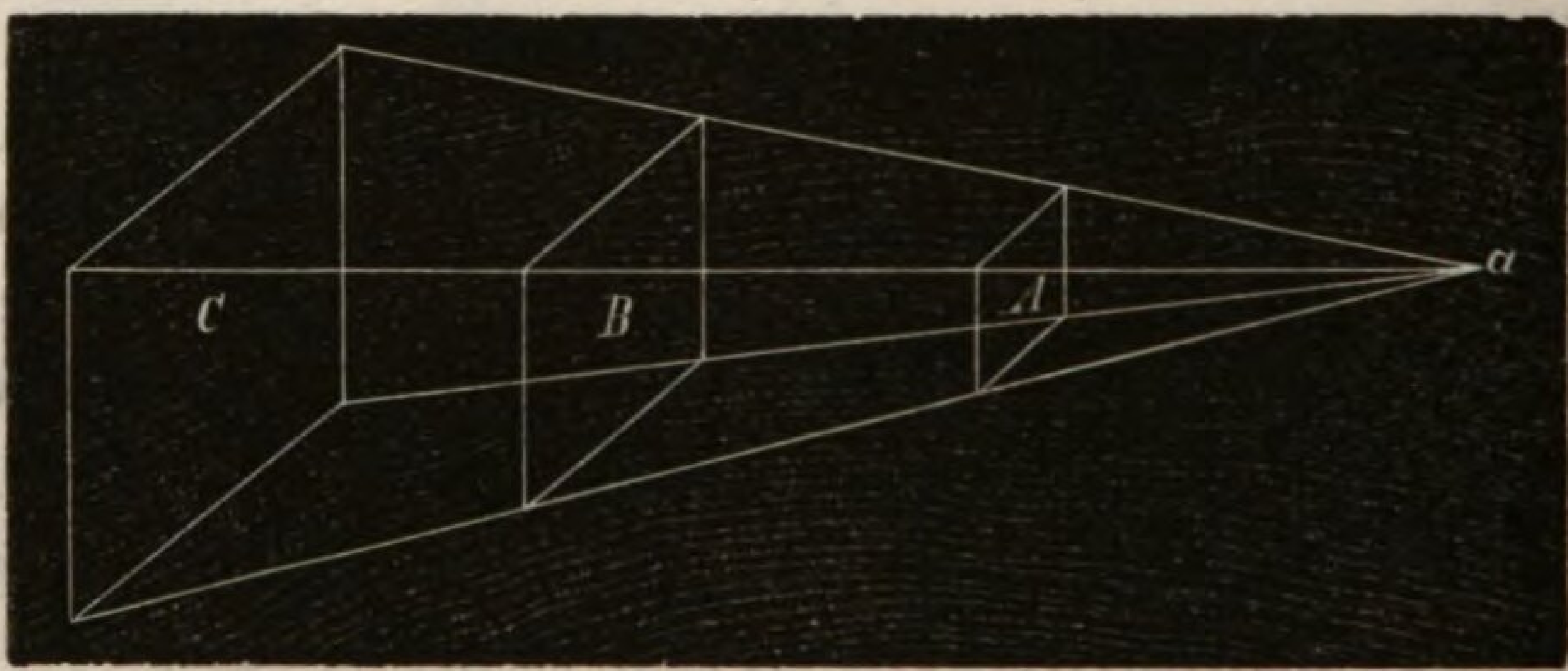
Stoßen solche Wärmestrahlen aber auf einen festen oder flüssigen Körper, so werden sie entweder eingesogen (d. h. sie gehen eine provisorische Verbindung ein) oder durchgelassen oder zurückgeworfen.

Alle Körper werden, wenn man sie den Sonnenstrahlen aussetzt, wärmer als die Lufttemperatur, — das sociale Wesen des Wärmestoffs läßt es also gar nicht zu, daß irgend ein Körper ihm gegenüber den Aristokraten spielen könnte. Daß sich dabei übrigens die verschiedenen Körper auch verschieden verhalten werden, ist den allgemeinen Naturgesetzen entsprechend (s. §§. 5 u. 17); — setzt man zwei ganz übereinstimmende Thermometer, bei deren einem man die Kugel geschwärzt hat, den Sonnenstrahlen aus, so steigt das Quecksilber in dem mit der geschwärzten Kugel höher als im andern.

§. 28.

Bei der Erwärmung der Körper durch Aufsaugung der Wärmestrahlen sind folgende zwei Thatsachen zu merken.

Fig. 38.



1) Je senkrechter die Wärmestrahlen auffallen, um so größer ist die Erwärmung.

2) Die Erwärmung ist abhängig von der Entfernung von der Wärmequelle, — die Erwärmung nimmt in demselben Verhältnisse ab, wie die Quadrate der Entfernungen zunehmen. Das letztere ist zwar eine im Allgemeinen bekannte Sache, — je weiter vom Ofen, desto kälter ist's auch. Dennoch muß sie vollständig begriffen sein, damit sie für manche Feuerungs-Anlagen nutzbringend wird.

In Fig. 38 sei a die Wärmequelle, — A, B und C seien drei parallele Flächen von gleicher Beschaffenheit, welche von dem bei a ausstrahlenden Wärmestoff getroffen werden. Die Entfernungen dieser Flächen von a verhalten sich wie 1 : 2 : 3. Dann verhalten sich nach einem Lehrsatz der Geometrie die Größen von A, B und C wie $1^2 : 2^2 : 3^2$*) oder wie 1 : 4 : 9. Dieselbe Menge von Wärmestrahlen vertheilt sich also bei A auf eine Fläche von der Größe 1 bei B auf eine Fläche = 4 und bei C auf eine solche = 9. Natürlich muß in gleichem Verhältniß die Anhäufung der Wärme in einem bestimmten Raume, d. i. was wir „Temperatur" nennen, abnehmen.

§. 29.

Körper, welche mit dem Wärmestoff leicht in Verbindungen eingehen, werden ihn „aufsaugen", — solche Körper fassen sich kalt an, weil sie der Hand Wärme entziehen, wie die Metalle. Andere Körper, die sich nicht leicht mit dem Wärmstoffe vereinigen und ihn an der Oberfläche sich anhäufen lassen, fühlen sich warm an, wie Holz, Glas und Wolle ꝛc.

Sind die Körper der ersten Klasse gasförmig oder sonst durchsichtig, so gestatten sie den Wärmestrahlen den Durchmarsch, — — nicht aber den Wärmemengen, welche sich durch unmittelbare Berührung eines wärmeren Körpers mit einem kältern Bahn brechen wollen zu letzterem, um die Temperatur auszugleichen. Da kommen wir denn zu dem Begriff der Wärmeleitung. Die Unterschiede zwischen Wärmeleitung und Wärmestrahlung stellen sich durch folgende Betrachtungen am klarsten heraus.

§. 30.

Wenn ein Körper mit nur soviel Wärmestoff beladen ist, daß die Verdichtung des letztern nur wenig die Verdichtung des Wärmestoffs in der Umgebung übersteigt, so begiebt sich der Wärmestoff nur langsam auf die Wanderschaft in die Umgebung (Wärmeleitung). Wird er da mit offenen Armen aufgenommen, so ist der Weg für die nachfolgenden Wärmestoffmengen gebahnt (gute Wärmeleiter). Will aber die Umgebung nichts von der Verbindung mit Wärmestoff wissen (schlechte Wärmeleiter), so sammelt er sich an.

---

*) Die kleine ² oben rechts an der größern Zahl bezeichnet das „Quadrat" derselben, d. h. die Zahl mit sich selbst multiplicirt (s. S. 6, Quadratzahlen).

Ist die in Folge dessen eingetretene Verdichtung des Wärmestoffs mehr herangewachsen, so leisten viele schlechte Wärmeleiter (Glas, Luft) keinen Widerstand mehr, sie lassen ihn in Strahlen durch. Andere, schlechte Wärmeleiter (Wolle, Holz) setzen ihren Widerstand fort und wenn sie darüber zu Grunde gehen (verkohlen).

Ein Eisenstab, in's Feuer gehalten, wird auch am andern Ende bald so heiß, daß man ihn nicht mehr halten kann; — ein Holzstab dagegen kann angebrannt werden und die Holzmasse ist dicht neben der Flamme kalt; — Eisen ist ein guter Wärmeleiter, Holz ein schlechter.

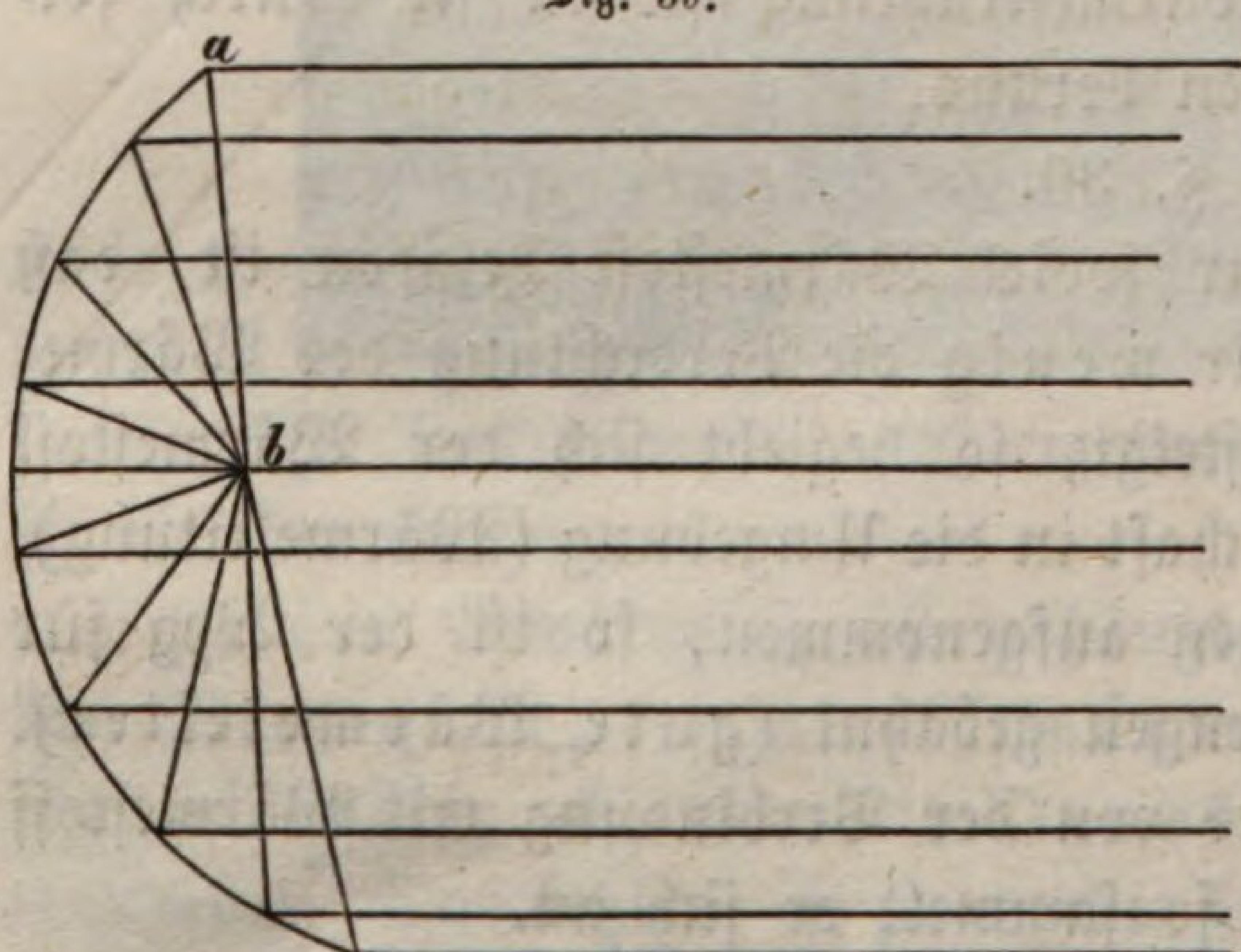
§. 31.

Folgerichtig müssen wir da, wo wir dem Wärmestoff den Uebertritt erleichtern wollen (z. B. zu Stubenöfen, Heizröhren, Siedegefäßen), gute Wärmeleiter anwenden; in den Fällen aber, wo die Wirkung des Wärmestoffs lokalisirt werde, d. h. im begrenzten Raum zur vollen Entwickelung getrieben werden soll (z. B. in Trockenzimmern, Wohnzimmern, Kesselöfen), oder wo man den schädlichen Einfluß des Wärmestoffs abwehren will (wie bei Eiskellern), da greift man zu den schlechten Wärmeleitern. Erfahrungsgemäß sind die Metalle die besten Wärmeleiter (Kupfer besser als Eisen); — Holz, Kohle, Stroh, Torf u. s. w. gehören zu den schlechtesten Wärmeleitern; — Steine und gebrannter Thon sind ebenfalls ziemlich schlechte Wärmeleiter.

§. 32.

Uebrigens darf man die Grenzen zwischen Wärmeleitung und Wärmestrahlung nicht zu scharf ziehen wollen, — beide kommen fast immer gleichzeitig vor, weil der Wärmestoff eben uneinschließbar ist und deshalb immer weiter strahlt, und weil er ein überaus geselliges Wesen hat und deswegen selbst die schlechten Wärmeleiter immer etwas erwärmt.

Fig. 39.



§. 33.

In Betreff der Wärmestrahlen ist noch Eins zu bemerken. Es kann denselben nämlich auch passiren, daß sie weder aufgesogen noch durchgelassen, sondern zurückgeworfen werden; so z. B. wenn sie auf blank

polirte Metallflächen fallen. Darauf gründet sich der sogenannte Brennspiegel (Fig. 39), ein Hohlspiegel a von blankem Metall. Richtet man einen solchen gegen die Sonne, so werden die Wärmestrahlen zurückgeworfen nach dem Punkte b hin, wodurch an diesem Punkte eine solche Anhäufung von Wärmestoff stattfindet, daß ein in b befestigtes Stückchen Zunder sich sofort entzündet. Man nennt diesen Punkt b deshalb den Brennpunkt.

Man hat von dieser Erfahrung eine Nutzanwendung machen wollen bei der Konstruktion der Kesselböden und sie deshalb nach innen gewölbt, — es wird davon später die Rede sein.

Ein mit Ruß geschwärzter Hohlspiegel wirft keine Wärmestrahlen zurück, die Temperatur im Brennpunkte bleibt unverändert. Die als Ruß überlagernde Decke von Kohlenstoff wirft die Wärmestrahlen nicht zurück, sondern saugt sie auf, — deshalb wird auch der berußte Brennspiegel heiß, während der blanke kaum erwärmt wird.

§. 34.

Mit dieser Verschiedenheit der Körper in Bezug auf das Zurückwerfen der Wärmestrahlen steht nun auch im engsten Zusammenhange die Fähigkeit derselben, Wärmestoff abzugeben, oder das sogenannte „Wärmeausstrahlungsvermögen". Alle blank polirten Flächen der Metalle, die doch sonst gute Wärmeleiter sind, geben den Wärmestoff schwer nach außen ab, weil die Metallfläche nach dem Poliren weniger Oberfläche bietet, — durch bloßes Rauhmachen (Zerkratzen) der Oberfläche schon wird die Wärme-Ausstrahlung erleichtert, weil dadurch die Oberfläche vergrößert wird; durch Ueberkleiden mit Ruß kann man das Ausstrahlungsvermögen noch weiter steigern. Die Moral davon lautet: „Die kupfernen Dampfleitungsröhren müssen stets so blank als möglich gehalten werden."

§. 35.

Der Wärmestoff auf der Wanderschaft endlich sucht sich auch überall ins Gleichgewicht zu setzen, d. h. die verschiedenen Körper, mit denen er in Berührung steht, auf gleiche Temperaturen zu erheben. Deshalb wandert er von der Stelle, an welcher er angehäuft ist, an die Plätze, deren Temperatur niedriger ist, und diese Strömung dauert so lange fort, bis die Ausgleichung gelungen ist. Für die Feuerungs-Technik kommen dabei zwei wichtige Umstände in Betracht, von denen die Schnelligkeit des Uebertritts des

Wärmestoffs oder die Schnelligkeit der Erwärmung gewisser Körper, die der technischen Bearbeitung unterliegen, abhängt.

§. 36.

1) Der Uebergang des Wärmestoffs geschieht um so schneller, je größer der Unterschied der Temperaturen auf beiden Seiten ist. In einem beheizten Kessel mit kaltem Wasser steigt die Temperatur zu Anfang rasch, dann immer langsamer, bis das Wasser den Siedepunkt erreicht hat, wobei der Wärme-Uebergang am langsamsten, aber die demselben entsprechende Dampfentwickelung ziemlich konstant ist.

2) Die Menge des in einem gewissen Zeitraume durchmarschirenden Wärmestoffs (und somit auch z. B. die Menge des producirten Wasserdampfs) ist abhängig von der Breite der Heerstraße, d. h. von der Größe der Siedefläche, d. h. der Kesselfläche, welche auf der einen Seite vom Feuer bestrichen wird und auf der andern Seite vom Wasser bedeckt ist. Man kann annehmen, daß 1 Quadrat-Meter Siedefläche in der Stunde 16,500 metrische*) Wärme-Einheiten durchpassiren läßt.

Durch eine folgerichtige Ausbeutung dieses Grundsatzes — wonach eine jede Vergrößerung der Siedefläche auf ein Einfangen des so leicht entwischenden, aber kostbaren Wärmestoffs abzweckt — kann man aber auch wieder Schaden stiften. Wie beim „Verbrennungsproceß'' gezeigt werden wird, muß zur vollständigen Verbrennung oder Ausnützung des Brennstoffs eine angemessen hohe Temperatur im Feuerraume unterhalten werden; sinkt diese unter ein gewisses Minimum, so findet die Verbrennung unter Verlust statt. Wollte man nun z. B. den Feuerraum mit Siedefläche umhüllen, so tritt dadurch die gerügte Herabsetzung der Verbrennungs-Temperatur ein. Damit soll nicht gesagt sein, daß man nicht für bestimmte Zwecke (z. B. bei Gall's transportabeln Dampferzeugern, s. dessen vortreffliches Werk darüber, Trier 1844) dennoch zu dieser Einrichtung greifen müßte, — da läßt man sich eben einen solchen Verlust gefallen, um dadurch einen desto größern Vortheil zu erkaufen.

*) Metrische Wärme-Einheit, d. h. auf's Kilogramm bezogen. Bezieht man sie auf's Zollpfund (= ½ Kilogramm), so läßt ein □ Meter doppelt so viel, also 33,000 Pfund-Wärme-Einheiten, hindurch.

Elektricität.

§. 37.

Sowie jeder Körper eine gewisse Menge Wärmestoff enthält, die man ihm unter Umständen zum Theil abpressen kann (wodurch dann in Folge der frei gewordenen Wärme Erhitzung dieses Körpers entsteht, — ebenso auch enthält jeder Körper eine gewisse Menge Elektricität, die man ebenfalls (aber auf andern Wegen) von ihm trennen und dadurch die elektrischen Erscheinungen hervorrufen kann. Es ist hier nicht der Platz zu ausführlicheren Auslassungen über das Wesen der Elektricität, — wer sich dafür interessirt, der wolle sich in physikalischen Lehrbüchern Raths erholen. Die Elektricität darf ich aber nicht unerwähnt lassen, weil neuerdings wieder viel Lärm geschlagen wird über den verderblichen Einfluß der Elektricität bei manchen Brauoperationen. Ich kann aber bezüglich dieser Gespensterseherei zunächst nur ein paar Sätze aus der Lehre über die Elektricität hierher setzen.

§. 38.

Es geht keine Verbindung von Stoffen oder Zersetzung von Verbindungen vor sich, ohne daß nicht gleichzeitig das Auftreten von Elektricität nachgewiesen werden könnte, weshalb sie denn auch bei jeder Gährung nachzuweisen ist.

Eine ausgiebige und nachhaltige Quelle der Elektricität ist vorhanden, wenn zwei in ihren Eigenschaften recht verschiedene Metalle in einer Flüssigkeit zusammenstoßen (z. B. Hähne von verschiedenen Metallen an Gährbottichen). — Auch beim Erhitzen der Metalle zeigt sich freie Elektricität und beim Verdampfen von Wasser ist der Dampf stets mit Elektricität beladen (eine der Ursachen der atmosphärischen Elektricität).

§. 39.

Die frei werdende Elektricität wandert mit größeren oder geringern Schwierigkeiten durch andere Körper weiter, — manche Stoffe (Metalle, Wasser ꝛc.) sind gute Leiter für die Elektricität, andere (wie Seide, trockne Luft, Glas u. s. w.) lassen sie gar nicht durch.

Die Elektricität kann sich mit einfachen Stoffen verbinden, — diese Verbindungen sind sehr zersetzbar. Vermuthlich haben wir eine solche Verbindung in dem später zu erwähnenden „Ozon" vor uns.

§. 40.

Die ersten Angaben über die Gefahren, welche die Elektricität der Gährung des Bieres bereiten kann, rühren von dem Engländer William Black her. Seine Versuche beweisen aber am Ende nur, daß das Zusammensein mehrerer Metalle mit dem gährenden Bier nachtheilige Veränderungen desselben hervorrufen kann. Diese sehr erklärliche Gefahr ist leicht zu vermeiden. Nun aber geschieht der bedenkliche Schritt, der Elektricität — die ja bei jeder Gährung unvermeidlich ist — überhaupt einen gefährlichen Einfluß zuzuschreiben. So stehen wir denn urplötzlich wieder da, wo bei einem während des Brauens hereinbrechenden Gewitter die bekannte Gewitterfurcht gewöhnlicher Menschen alle Fenster und Laden des Brauhauses dicht verschließen hieß, damit das Bier nicht leide. Zumal auf die Gährung sollte die Elektricität hemmend einwirken. Daß schon vor dem Ausbruch eines Gewitters das Barometer sinkt, der Luftdruck geringer wird (s. atmosphärische Luft) und deshalb viel Kohlensäure aus dem Bier entweicht, daß nach dem Gewitter beim Steigen des Barometers das Bier erst wieder die zu viel verlorene Kohlensäure aufnehmen muß und deshalb die äußern Gährungserscheinungen sich gemäßigter zeigen müssen, — das Alles hatte man nicht bedacht. Nun — das Gefühl, von unbeherrschbaren Elementen abhängig zu sein, soll für viele Menschen einen eigenthümlichen Zauber besitzen. Zu arg ist's aber jedenfalls, wenn auf dieser elektrischen Rutschbahn Godard jetzt auch noch das Metall als Unterlage für das zu darrende Malz verdammt und Haardarren empfiehlt, wobei keine Elektricität entwickelt werde! Als ob nicht schon durch's Verdampfen des Wassers Elektricität zum Vorschein käme! und als ob vor Einführung seiner Haardarren noch niemals ein gutes, haltbares Bier gebraut worden wäre!

Sauerstoff.

§. 41.

Die Luft, welche wir athmen, ist ein Gemisch von Sauerstoffgas und Stickstoffgas. Das Sauerstoffgas bildet den fünften Theil der atmosphärischen Luft (dem Raume nach). Das reine Sauerstoffgas steht uns für unsere Zwecke nicht ohne Umwege zur Verfügung.

Der Sauerstoff verbindet sich mit den meisten Stoffen und kann uns dadurch in unserm Gewerbe theils nützlich werden, theils argen

Schaden bringen. Der Sauerstoff ist es, welcher uns beim Verbrennungsprozeß (s. dieses Kapitel) die Wärme liefert; — der Sauerstoff ist es, welcher beim Keimprozeß in's Innere des Kerns dringt und, im Verein mit dem Wasser, neues Leben erstehen läßt, — der Sauerstoff aber ist es auch, der in den Lagerkellern die Essigsäure-Bildung veranlaßt, wenn man es unterläßt, ihn unschädlich zu machen.

Der Sauerstoff nimmt alle drei verschiedenen Aggregat-Zustände an, je nachdem er mit mehr oder weniger Wärmestoff verbunden ist. In der atmosphärischen Luft z. B. haben wir ihn gasförmig, im Wasser (eine Verbindung von Sauerstoff und Wasserstoff) ist er flüssig und im Eis ist er fest.

§. 42.

Die einfachen Verbindungen, welche der Sauerstoff mit andern Stoffen eingeht, pflegt man in zwei Klassen zu bringen. Diese Verbindungen sind entweder sauer (dann nennt man sie „Säuren") oder sie besitzen diese Eigenschaft nicht. Um diese ziemlich unwesentliche Einreihung vornehmen zu können, bedient man sich des Lackmus*), eines blauen löslichen Farbstoffs, der durch Säuren roth gefärbt wird. Diese rothe Färbung aber wird durch eine Reihe von Sauerstoff-Verbindungen (insofern sie im Wasser, ohne welches der gesellige Verkehr unter den Stoffen sehr gestört ist, löslich sind) wieder in Blau umgeändert, — und diese Stoffgruppe nennt man „Oxyde". Viele Verbindungen von Säuren und Oxyden färben die blaue Lackmuslösung nicht roth und eine geröthete nicht blau, — diese hat man „Salze" genannt. Wie schon gesagt, — diese Klassensystem-Reiterei bietet nur einen dürftigen Boden für die Beurtheilung des lebendigen Treibens der Stoffe.

§. 43.

Eine höchst merkwürdige Form, in welcher der Sauerstoff zuweilen auftritt, ist das sog. „Ozon". Läßt man durch atmosphärische Luft, die in einem Gefäße abgesperrt ist, eine Zeitlang elektrische Funken schlagen, so bekommt die Luft dadurch einen eigenthüm-

*) Bequemlichkeitshalber färbt man schmale Papierstreifen durch klar filtrirte Lackmusauflösung blau und zieht sie — wenn man rothes Lackmuspapier haben will — durch schwachen Essig.

Uebrigens kann man sich statt des Lackmus auch anderer Pflanzenfarben bedienen. So wird z. B. der blaue Veilchensyrup durch Säuren roth und durch Oxyde grün.

lichen Geruch (ähnlich dem beim Reiben von Kautschuk auf Papier). Dieselbe Veränderung des Sauerstoffs geht vor sich, wenn man in einen abgesperrten Raum voll Luft ein Stückchen Phosphor bringt und dafür sorgt, daß vom Phosphor nichts in die Luft übergeht, — es zeigt sich dabei derselbe Geruch.

Ueber das Wesen der hierbei vorgehenden Veränderung ist noch wenig Licht verbreitet, — am wahrscheinlichsten ist wol die Annahme, daß eine Verbindung des Sauerstoffs mit Elektricität stattgefunden hat. Sei dem nun aber wie ihm wolle, einige Eigenschaften des Ozons sind für den Brauer von großem Interesse.

Das Ozon geht mit allen Körpern viel leichter Verbindungen ein als der reine Sauerstoff, — namentlich erleiden auch die Eiweißstoffe (s. §. 144) eine höchst wichtige Veränderung durch das Ozon.

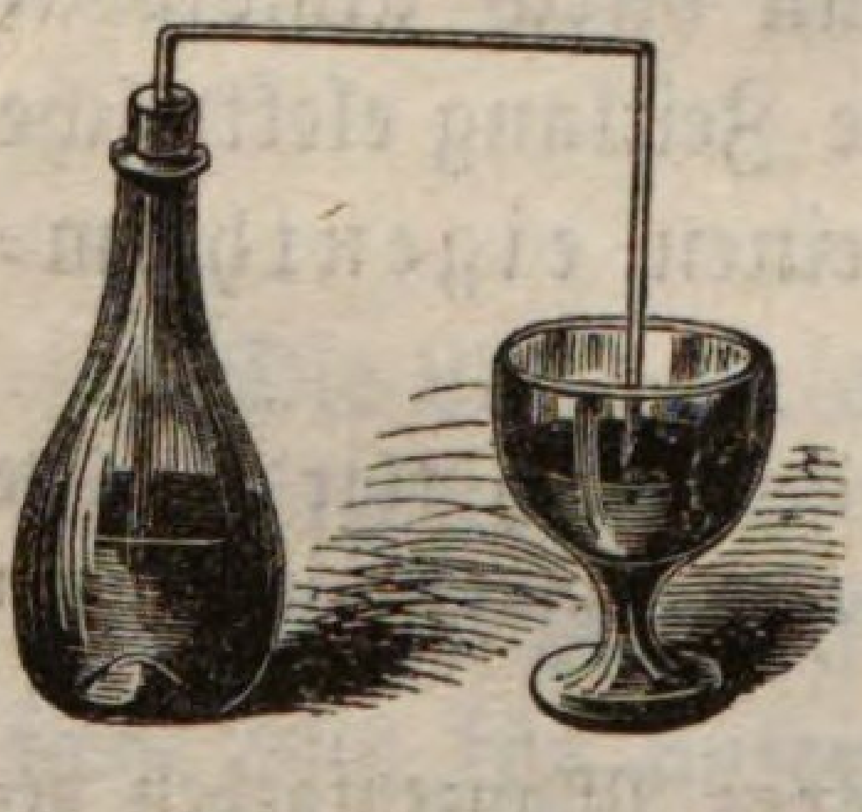
Die atmosphärische Luft ist bald reicher, bald ärmer an Ozon; der Gehalt ändert sich nach der Jahres- und Tageszeit. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Einwirkung des Ozons in der Luft von wesentlichem Einfluß ist für die auf dem Kühlschiff lagernde Würze. Leider ist in dieser Hinsicht noch gar nicht im Großen experimentirt! Möchten doch intelligente Brauer, die über den Verlauf ihrer Arbeiten sorgfältig Buch führen, fortan auch dem Ozongehalt der Luft eine Spalte widmen und die Resultate der Oeffentlichkeit übergeben. Wie der Ozongehalt der Luft ermittelt wird, das soll in dem Kapitel „über einige spezielle chemische Untersuchungen" gezeigt werden, — man bedient sich dazu des Ozonoskops.

Wasserstoff.

§. 44.

Wir kennen ihn nur in Gasform. Das Wasserstoffgas ist entzündlich und verbrennt unter Entwicklung einer enormen Menge Wärmestoffs; — es ist unter allen Gasen am leichtesten und wird deshalb auch zur Füllung der Luftballons verwendet.

Fig. 40.



Für uns bietet dieses Gas nur Interesse, weil wir es gelegentlich der Hopfenprobe (s. §. 253) zur Beantwortung der Frage: „ob ein Hopfen geschwefelt ist?" bedienen. Es soll deshalb hier die Darstellung dieses Gases mitgetheilt werden.

Figur 40 zeigt den hierzu nöthigen Gasentwicklungs-Apparat.

Er besteht aus a. einem weithalsigen Fläschchen von etwa 100 Kubik-Centimeter Inhalt, — b. einer zweimal rechtwinklicht gebogenen Glasröhre, welche mit dem kürzeren Schenkel durch den die Mündung des Fläschchens verschließenden Kork geführt ist, und c. einem Glase, in welchem sich die zur Hopfenprobe erforderliche Flüssigkeit befindet; — will man das Gas für sich herstellen, so bringt man nur Sperrwasser in das Glas c. — Zur Gasentwicklung bringt man in das Fläschchen a etwas Wasser und einige Stückchen metallisches Zink, gießt ein wenig Salzsäure hinzu und drückt den Pfropfen mit dem gläsernen Gasleitungsrohr fest ein. Man wird in dem Fläschchen ein lebhaftes Aufschäumen bemerken, — die aufsteigenden Luftbläschen sind Wasserstoffgas. Ueber dem Wasser in c tritt das Wasserstoffgas an die Luft und da kann man jede Blase mit dem Fidibus entzünden, nachdem erst die im Fläschchen enthaltene atmosphärische Luft beseitigt war.

§. 45.

Die Verbindung von 1 Atomg. Wasserstoff mit 1 Atomg. Sauerstoff ist das sogen. Wasser. Je nachdem es mit mehr oder weniger Wärmestoff verbunden ist, erscheint es als Wasserdampf, tropfbares Wasser oder Eis.

Wasser verändert weder das blaue noch das rothe Lackmuspapier, — ein „Salz" aber ist es deshalb doch nicht. Man sollte glauben, man habe die reinste Sanftmuth vor sich. Und dennoch — welch' gewaltige Umwälzungen in der Gesellschaft der Stoffe sind lediglich vom Wasser veranlaßt! Das Wasser hat die Eigenschaft, bei weitem die meisten Körper aufzulösen, d. h. diese Körper zu zwingen, ihre bisherige Gestalt aufzugeben und die Form des Wassers anzunehmen. Dazu kommt noch, daß es seinen Raum vergrößert, sobald es gefriert oder in die feste Form übergeht, — es duldet dabei keine Beschränkungen und räumt alle Hindernisse aus dem Wege. Kurz — kein Gestein ist so fest, daß es nicht endlich der ewigen Anfressung des Wassers unterläge; — wo es nicht durch Auflösung zur Herrschaft gelangt, da nistet es sich ein in Rissen und Spalten und wartet auf seine Zeit, um durch Gefrieren die bestehende Ordnung zu zertrümmern. So erscheint das Wasser als unermüdlicher Revolutionär und Urfeind alles Bestehenden. In Wirklichkeit aber ist es nur der Vermittler des freien Verkehrs und Träger der Freizügigkeit der Stoffe. Dadurch bildet es den Ausgangspunkt aller lebendigen

Bewegung und Moses verräth eine ganz gesunde Naturanschauung, wenn er sagt: „Und der Geist Gottes schwebte über dem Wasser.“

§. 46.

Wie schon erwähnt, sind es die verschiedenen Verbindungen des Wassers mit dem Wärmestoff, welche wir zuvörderst kennen lernen müssen.

Da der Wärmestoff der zudringlichste Kamerad der ganzen Welt ist, dessen Gesellschaft sich kein Stoff erwehren kann, so versteht es sich von selbst, daß auch das feste Wasser, das Eis, eine Portion Wärmestoff enthält. Wieviel? das hat bisher noch nicht festgestellt werden können und kann uns auch gleichgültig sein. Das aber wissen wir, daß, 1 Pfund Eis von 0^0 und $^3/_4$ Pfund siedendes Wasser von 100^0 gemischt, $1^3/_4$ Pfund flüssiges Wasser von 0^0 ergeben. Nun enthalten diese $^3/_4$ Pfund siedendes Wasser 75 freie Wärme-Einheiten, welche verbraucht wurden, um 1 Pfund Eis flüssig zu machen. Auf dieser Thatsache beruht der Umfang, bis zu welchem die Abkühlung durch Eis in warmen Flüssigkeiten oder warmer Luft geschehen kann. Ein paar Beispiele zur Erläuterung sind wol am Platze.

1000 Pfund Brunnenwasser von 10^0 sollen durch Eis bis auf 0^0 abgekühlt werden (um als möglichst kaltes Kühlwasser zu dienen), — wieviel Eis ist dazu nöthig? — 1000 Pfund Wasser von 10^0 müssen $1000 \times 10 = 10{,}000$ Wärme-Einheiten verlieren, um auf 0^0 abgekühlt zu werden. Diese Wärmemenge soll von Eis verschluckt werden, wovon je 1 Pfund 75 W.-E. zu sich nimmt. Folglich ist der Verbrauch $\frac{10000}{75} = 133^1/_3$ Pfund Eis, welches nach dem Abschmelzen im Brunnenwasser zusammen $1133^1/_3$ Pfund Kühlwasser von 0^0 giebt.

Für Bierwürze (Wasser mit Malz-Extrakt) stellt sich die Rechnung etwas anders, weil der Malzextrakt bei gleicher Temperatur viel weniger Wärme enthält als das Wasser, — die spezifische Wärme desselben ist (s. S. 57) = 0.42. Sollen nun 1000 Pfund Würze von 15 Proc. Extraktgehalt, deren Temperatur durch Wasserkühlung bis auf 12^0 herabgedrückt war, durch Einwerfen von Eisstücken bis auf 5^0 gekühlt werden, — wieviel Eis ist nöthig? — 1000 Pfund Würze von $15^0/_0$ bestehen aus 150 Pfund Extrakt und 850 Pfund Wasser. Durch das Abkühlen um 7^0 müssen also weggeschafft werden

beim Wasser $850 \times 7 \qquad = 5950$ W.-E.,
" Extrakt $150 \times 0.42 \times 7 = \underline{\ \ 441\ \ }$ "
zusammen 6391 W.-E.

1 Pfund Eis absorbirt 75 W.-E. Also sind erforderlich $\frac{6391}{75}$ = 85 Pfund Eis. Das geschmolzene Eis verdünnt die Würze und wir haben jetzt

$850 + 85 = 935$ Pfund Wasser
und $= 150$ " Extrakt
in 1085 Pfund Würze, —

der Procentgehalt ist also $\frac{150 \times 1000}{1085} = 13.8$.

§. 47.

Die Wärmestoffmengen, welche dem flüssigen Wasser zugeführt werden, erhöhen seine Temperatur, so daß wir allmälig laues, warmes, heißes Wasser haben, — bis endlich die Ansammlung des Wärmestoffs groß genug geworden ist, um abermals die Form des Wassers zu verändern. Dabei kann man folgende Erscheinungen beobachten.

Bei 4° ist das Wasser am dichtesten, — unter 4° abgekühlt dehnt es sich wieder aus, bis es zu Eis wird.

Beim Gefrieren des Wassers dehnt sich das Eis nach allen Seiten hin mit einer unwiderstehlichen Gewalt um $^1/_{16}$ des Raumes aus und zertrümmert jeden Widerstand.

Mit der Zunahme der Temperatur von 4° an aber nimmt die Dichtigkeit des Wassers (sowie jeder andern Flüssigkeit) ab. Da wir die Dichtigkeit des Wassers häufig messen, um seinen Gehalt an andern Stoffen (und somit häufig seinen Werth) darnach zu beurtheilen, so muß stets die Temperatur, bei welcher die Messung (durch Aräometer, Saccharometer ꝛc.) stattfand, beobachtet werden; deshalb ist auch bei allen solchen Senkwagen eine Normaltemperatur angegeben, bei der sie konstruirt und ihre Angaben allein richtig sind.

§. 48.

Sobald die Temperatur des Wassers auf 100° gestiegen ist, bemerkt man keine weitere Steigerung mehr, — alle fortan zugeführten Wärmemengen werden verwendet zur Ueberführung des Wassers in die Gasform, zur Dampfbildung. Ehe aber diese Temperatur von 100° in der gesammten Wassermasse vorherrschend ist, findet man,

daß wol am Boden (nahe dem Wärmezufluß) Dampfblasen entstehen, die beim Emporsteigen kleiner werden und den Wasserspiegel nicht erreichen; diese Erscheinung, wobei die Dampfbläschen wieder verschwinden und die Wasserwände der Blasen wieder zusammenfallen, sind von einem eigenthümlichen Geräusch begleitet, — das Wasser „singt". Ist die Temperatur aber durchgängig auf 100° angelangt, so entstehen die Dampfblasen nicht blos am Boden, sondern auch mitten im Wasser, — wodurch Aufwallen desselben, das Wasser „siedet".

Bei dieser Dampfbildung nun vereinigt sich 1 Pfund siedend heißes Wasser mit noch 550 Wärme-Einheiten oder 5½mal so viel, als nöthig waren, um es von 0° bis auf den Siedepunkt zu erhitzen. Leitet man den Dampf von 1 Pfund Wasser in 5½ Pfund Wasser von 0°, so erhält man 6½ Pfund Wasser von 100°. Denn: 1 Pfund Wasserdampf enthält 100 W.-E. (vom siedendheißen Wasser) und 550 W.-E. (die zur Dampfbildung dienten), insgesammt also 650 W.-E.; — 6½ Pfund Wasser von 100° enthalten 6½ × 100 d. i. ebenfalls 650 W.-E. Darauf beruht die Möglichkeit, den Dampf als Träger des Wärmestoffs zu benutzen und ihn rasch überall hinzuleiten, wo man den Wärmestoff nothwendig hat.

§. 49.

Die Umwandelung des Wassers in die Dampfform ist mit einer ganz außerordentlichen Raumvergrößerung verbunden, — je 1 Kubikfuß Wasser bildet 1700 Kubikfuß Dampf. Diesen freien Raum verlangt übrigens blos der mit dem Wasser zu Wasserdampf verbundene Wärmestoff; — legt man dem freien Flügelschlage desselben ein Hinderniß in den Weg, zwängt man den Dampf in einen kleinern Raum ein, so trennt sich eine Portion Wärmestoff von dem Wasserdampf los und steigert die Temperatur desselben. Der zusammengepreßte Dampf enthält also weniger Wärmestoff mit sich in Verbindung, dagegen verhältnißmäßig mehr freien, unverbundenen Wärmestoff. Der Druck, durch welchen dieser Erfolg herbeigeführt war, macht sich geltend durch einen entsprechenden Widerstand oder eine Spannung des Dampfes. Man pflegt denselben zu beurtheilen nach „Atmosphären", wobei der unter dem Druck unserer gewöhnlichen Atmosphäre, unter dem wir eingepreßten Menschen „leben,

weben und sind", entwickelte Dampf von 100° als Einheit angenommen wird.

§. 50.

Man mißt den Druck des Dampfes nach der Höhe einer Quecksilbersäule, welche der Dampf zu tragen vermag; — der Druck der gewöhnlichen Atmosphäre hält einer Quecksilbersäule von 760 Millimeter (28 Pariser Zoll) das Gleichgewicht, — das ist der durchschnittliche Barometerstand (s. den Artikel „Atmosphärische Luft"). Die nachfolgende Uebersicht wird zum Verständniß der Sache führen.

Druck des Dampfes, in Atmosphären ausgedrückt.	Quecksilberhöhe, welche diesem Druck entspricht. Centimeter.	Temperatur des Dampfes in Centigraden.
1/4	19	66
1/2	38	82
3/4	57	92
1	76	100
1 1/4	95	106.6
1 1/2	114	112.4
1 3/4	133	117.1
2	152	121.6

§. 51.

Auf der Spannung des Dampfes (d. h. auf dem Streben desselben, sich auszudehnen und den vorliegenden Widerstand hinwegzuschieben) beruht die Anwendung des Dampfes als Triebkraft zur Bewegung von Maschinen. Diese Anwendung des Dampfes können wir hier nicht berücksichtigen, — wer sich dafür interessirt, der mag sich in physikalischen Werken darüber Raths erholen.

§. 52.

Dagegen aber müssen wir uns den Dampf als Träger der Wärme doch noch etwas genauer ansehen.

Man könnte zuerst fragen: „Wieviel Wärmestoff oder wieviel Wärme-Einheiten stecken in einem Pfund Wasserdampf?" —

Um aber darüber ins Klare zu kommen, müssen wir uns zuvor daran erinnern, daß das Wasser unter allen Temperaturen eine Verbindung mit dem Wärmestoff eingeht, — sei es nun die gewöhnliche Lufttemperatur, unter der wir unsern Lebenslauf vollziehen, oder die forcirte in den Heiz-Apparaten. Im erstern Falle nennt man

den Prozeß Verdunstung, im zweiten Falle Verdampfung. Freilich wird in beiden Fällen dieselbe Verbindung zwischen Wasser und Wärmestoff hervorgerufen. Und dennoch ist der Erfolg für die Praxis so unendlich verschieden.

§. 53.

Der große Unterschied besteht darin, daß im ersten Fall sich das Wasser mit den Wärmemengen der Luft vereinigt, der Luft also Wärmestoff entzieht und sie dadurch abkühlt. Das ist ein Prozeß, der sich bei allen Wärmegraden über dem Frierpunkt vollzieht; — jeder Waidmann kennt ihn und macht ihn, so oft er den Finger im Munde benetzt, um „den Wind zu probiren", — die dem Winde zugekehrte Seite wird kalt. Jemehr Gelegenheit da ist zur Vereinigung zwischen dem Wasser und dem Wärmestoff der Luft, — oder: je größer die **Oberfläche** der Wasserschicht — um so größer auch die Verdunstung und um so bedeutender die **Abkühlung** des Wassers.

Im andern Falle dagegen erscheint der Wärmestoff dem Wasser gegenüber als Exekution oder Oktroyirung. Der Andrang des Wärmestoffs ist zu nachhaltig, um nachhaltigen Widerstand leisten zu können, — es beginnt endlich die Verdampfung. Die entwickelten Dampfmengen stehen in geradem Verhältniß zu den zugeführten Wärmestoffmengen. Die Wärmestoffmengen aber hängen ab von der Breite der Heerstraße, auf der die Wärmemengen, welche im Feuerraum entwickelt sind, fortmarschiren und in die Wassermasse eindringen können, — diese Heerstraße ist die Siedefläche (nicht die Oberfläche!).

§. 54.

Die Verwechselung zwischen Verdunstung (welche an der kalten Oberfläche erfolgt) und Verdampfung (welche eine erhitzte Unterfläche bedarf) spukt merkwürdiger Weise noch heute gewaltig fort. Man begegnet gar häufig der thörichten Meinung, daß die vermehrte Größe der Oberfläche der in einem Kessel stehenden Würze auch die Schnelligkeit der Verdampfung fördere. Und doch ist's gerade umgekehrt, weil die Oberfläche nur eine Abkühlungsfläche für die erhitzte Flüssigkeit ist und weil die in einer gewissen Zeit entwickelte Dampfmenge einzig und allein abhängig ist von der Größe der Siedefläche. Darum muß denn auch die Oberfläche oder der Spiegel der Flüssigkeit vergrößert werden, wenn man durch Verdunstung abkühlen will, — wohingegen man nur die

Siedefläche zu vergrößern braucht, um die Dampfbildung zu beschleunigen.

§. 55.

Es wird später davon die Rede sein (s. atmosphärische Luft), wie man die Dampfbildung auch bei gewöhnlicher Temperatur durch Verminderung des Luftdrucks soweit steigern kann, daß vollständiges Sieden eintritt, ein Mittel, dessen man sich namentlich in den Zuckerfabriken beim Abdampfen der Zuckerlösungen bedient. Da glaubt nun Mancher (und man findet die Exempel solchen Aberglaubens im technischen Leben gerade nicht selten!), daß mit der Abdampfung bei niedrigeren Temperaturen eine bedeutende Ersparung an Wärmestoff oder an Brennstoff verknüpft sein müsse. Und das sind mährchenhafte Hoffnungen!

§. 56.

Richtig ist, daß die producirten Wärmemengen um so vollständiger zur Benutzung kommen, je niedriger die Temperatur im Siedegefäß ist (s. §. 36). Die **verbrauchten** Wärmemengen für **gleiche Gewichte** Wasserdampf sind ganz **gleich**, — mag dieser Dampf nun auf dem **Kühlschiff** oder im **offenen** Würzekessel oder im **geschlossenen** Dampfkessel entwickelt sein. Ein Pfund Wasserdampf enthält unter allen Umständen 650 W.-E. Steht die Würze bei 50° auf dem Kühlschiff, so nimmt das besagte Pfund 600 W.-E. aus der darüber streichenden Luft, um 1 Pfund von 50° zu verdampfen. Kocht die Würze im Kessel, so verbraucht 1 Pfund 550 W.-E., um mit den 100 W.-E., welche ihm bereits zu eigen sind, sich zu verflüchtigen. Und ist die Temperatur des Wassers unter einem „gespannten Dampfe" 110,0°, so entzieht 1 Pfund solchen Wassers dem Feuerraume nur noch 540 W.-E.

Soviel über die Verbindung des Wassers mit dem Wärmestoff.

§. 57.

Sehen wir uns nun auch noch ein paar andere diplomatische Beziehungen des Wassers an.

Das Wasser löst manche Gase auf. Uns interessirt hauptsächlich die hierbei stattfindende Verbindung mit der Kohlensäure, von der aber erst im Kapitel „Kohlenstoff" die Rede sein kann.

Das Wasser löst auch viele feste Körper auf und büßt dadurch an seiner Zuneigung zu den Gasen ein. Deshalb kann man denn

z. B. durch Auflösen von Kochsalz in einem gut moussirenden Biere alle Kohlensäure daraus verjagen.

In Bieren, die mit Kräusenbier versetzt und gespundet sind, ist allerdings viel Kohlensäure eingesperrt, — allein im Schenkglase entweicht sie rascher als bei den Bieren, welche vollständiger vergohren und nicht mit Kräusenbier gemischt sind (vergl. §. 61).

Kohlenstoff.

§. 58.

Der reine Kohlenstoff erscheint uns in fester Form, aber mit verschiedenen Eigenschaften, deren eine für unsere Zwecke von Wichtigkeit ist. Wir sehen ab vom Diamant, welcher reiner Kohlenstoff in Krystallen ist; — wir erwähnen auch nur den Graphit, eine ebenfalls mineralische Kohle, welche als Ofenschwärze benutzt wird. Aber der Kohlenstoff, welcher durch Verkohlung (d. h. durch Erhitzung bei Ausschluß der atmosphärischen Luft) von organischen Stoffen erhalten wird, — dieser Kohlenstoff zeigt sich uns von interessanteren Seiten.

Die sehr lockere Kohle, welche bei der Verkohlung des Holzes und der Knochen zurückbleibt, besitzt nämlich die liebenswürdige Eigenschaft, sich unter günstigen Umständen mit einigen Stoffen zu associren, deren Gegenwart uns sehr störend ist. Es sind das übelriechende Substanzen, welche häufig in Folge der Zersetzung organischer Körper ins Dasein treten und deren sich dann die Kohle erbarmt. Fleisch giebt im hohen Sommer häufig eine Suppe vom widrigsten Geruche und selbst dem gekochten Fleische hängt derselbe allen Appetit verderbende Geruch an; — wirft man frisch ausgeglühte Holzkohlen in den Kochtopf, so ist der Geruch nach kurzem Sieden beseitigt. In ähnlicher Weise kann uns die Kohle nützlich werden, wenn wir ein feucht gelagertes Malz oder Rohfruchtmehl von sogenanntem mulsterigem oder moderigem Geruch zum Einmaischen benutzen. Etwas Kohle (und in diesem Falle am besten grobkörnige Knochenkohle, Beinschwarz) nimmt den Geruch hinweg und wir erhalten selbst aus sehr übelriechendem Material rein schmeckende Biere. — Auch zur Reinigung des Trinkwassers in wasserarmen großen Städten und auf den Seeschiffen wird diese schätzbare Eigenschaft der Kohle in Anwendung gebracht. Und in der That bietet sie auch für unsere Zwecke ein schätzbares Material zur Konservirung eines guten Wassers in den Reservoirs während des Sommers; — nicht aber darf man ein

Wasser, welches durch die böse Nachbarschaft von Abtritten und Düngergruben seine guten Sitten abgestreift hat, auf die eben erwähnte Weise den Brauzwecken dienstbar machen wollen, weil auch nach Beseitigung des Gestankes noch manche Stoffe zurückbleiben, welche den regelmäßigen Verlauf der Gährung gefährden. — Ebenso auch kann man die Kohle nicht in Anwendung bringen, um dem fertigen Biere manchen unliebsamen Beigeschmack (z. B. einen übermäßigen oder krankhaften bittern Geschmack) zu entziehen, — sie wirkt wenig oder gar nicht und raubt dem Biere alle Kohlensäure, was gefährlich ist.

Der Kohlenstoff, welcher nach der Verkohlung der Steinkohle zurückbleibt (Coak, Kohk genannt), zeigt die eben besprochene Eigenthümlichkeit nicht, — der ist uns nur als Brennstoff nützlich, wie denn überhaupt der Kohlenstoff den werthvollsten Bestandtheil unserer Brennstoffe ausmacht.

§. 59.

Von den Verbindungen des Kohlenstoffs mit Sauerstoff sind zwei äußerst wichtig für unsere Zwecke.

Das Kohlenoxyd, durch Verbindung von 1 Atom Kohlenstoff (= 6) und 1 Atom Sauerstoff (= 8) entstanden, ist ein brennbares Gas; es entsteht beim Verbrennungsprozeß jedesmal, sobald der Luftzutritt ungenügend ist (s. Verbrennungsprozeß), und seine Gegenwart in den Verbrennungsprodukten verkürzt die Wärme-Entwickelung bedeutend.

§. 60.

Die Kohlensäure stellt die vollendete Verbindung des Kohlenstoffs mit Sauerstoff dar, bestehend aus 1 At. Kohlenstoff (= 6) und 2 Atomen Sauerstoff (= 16). Wenn das Kohlenoxydgas verbrennt, so nimmt es noch eben so viel Sauerstoff auf, als es bereits enthielt, und damit ist auch die Wärme-Entwickelung an ihrem Schlußpunkte angelangt. Das ist die Bedeutung, welche die Kohlensäure für die Heizung hat. Die übrigen Eigenschaften derselben sind aber ungleich wichtiger für unsern Zweck.

Die Kohlensäure entwickelt sich nämlich in großen Massen bei der Gährung und sammelt sich in den Kellern an, wo sie — wenn nicht für den Abzug des kohlensauren Gases gesorgt wird — die Luft zum Athmen untauglich macht und Erstickung herbeiführen kann; — das ist also eine sehr unangenehme Seite der Kohlensäure, über die wir später noch reden werden (s. §. 63).

§. 61.

Sie hat aber auch ihre Lichtseite, sobald sie sich mit Wasser verbindet. Die Kohlensäure löst sich nämlich in Wasser und wässerigen Flüssigkeiten auf; sie bildet dabei eine flüssige Kohlensäure, welche freilich jeden Augenblick bereit ist, die Gasform anzunehmen. Bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Luftdruck (Barometerstand) nimmt 1 Maaß Wasser etwa 1 Maaß Kohlensäure-Gas in sich auf; ist die Temperatur niedriger (wie in den durch Eis gekühlten Kellern) oder ist der auf der Flüssigkeit lastende Druck größer (wie beim „Spunden" des Bieres, wo die durch die Nachgährung des Bieres entwickelte Kohlensäure nicht entweichen kann und deshalb einen Druck auf die Wandungen des Fasses und der darin enthaltenen Flüssigkeit ausübt), — dann wird eine viel größere Menge Kohlensäure von der Flüssigkeit aufgenommen. Dabei macht sich ein für die Praxis wichtiger Umstand geltend. Sobald der Druck, welcher in einem gespundeten Fasse obwaltete, nachläßt (wie beim Anzapfen eines solchen Fasses), entweicht auch die nur durch den Druck angesammelte Kohlensäure und es sollte nur so viel Kohlensäure im Biere bleiben, als dem nunmehr herrschenden Luftdruck entspricht; — weil aber die Stoffe gesellig sind, so nimmt die auswandernde Kohlensäure stets eine größere Menge des übrigen Vorraths mit auf die Reise. Folge davon ist, daß ein bei niedriger Temperatur im ungespundeten Fasse liegendes Bier stets reicher an Kohlensäure ist, als das aus einem in derselben Temperatur liegenden gespundeten Fasse abgefüllte Bier. Die im Münchner Hofbrauhause eingeführte Praxis des Nichtspundes entspricht diesen Thatsachen (s. Kellerwirthschaft).

§. 62.

Das kohlensaure Gas, welches aus dem Biere entweicht, ist zugleich der Träger des im Biere enthaltenen Bouquets, — sei es nun das Aroma des reinen Malzbieres oder das noch vorhandene Hopfenöl oder das ätherische Oel irgend eines zugesetzten Parfüms, oder seien es die bei der Gährung mancher Würzen (mit Rohfruchtzusatz) gebildeten Bouquetstoffe. Ein Bier, welches seine Kohlensäure verloren hat, hat auch kein oder fast kein Bouquet mehr, — veranlaßt man eine Kohlensäure-Entwicklung darin (z. B. durch Zusatz von etwas Brausepulver, bestehend aus doppelt-kohlensaurem

Natron und Weinsteinsäure), so stellt sich mit der Schaumbildung auch das Bouquet wieder ein.

Durch die Verbindung der Kohlensäure mit Wasser ertheilt sie demselben ein etwas größeres specifisches Gewicht und einen angenehm säuerlichen, prickelnden Geschmack, die Eigenschaft, den Durst zu löschen und dennoch zum Weitertrinken zu animiren. Ein Bier, welches nur wenig Kohlensäure enthält — und wäre es auch noch so geistig —, wird Niemandem munden. Dadurch wird dann die Kohlensäure zu dem vielleicht werthvollsten Bestandtheile des Bieres!

Flüssigkeiten, welche Kohlensäure aufgelöst enthalten, röthen — wie alle übrigen Säuren — das blaue Lackmuspapier, aber nicht dauerhaft; sobald das Papier trocken und die Kohlensäure entwichen ist, ist auch die blaue Farbe des Papiers wieder da.

Werden solche Flüssigkeiten bis zum Sieden erhitzt, so entweicht die Kohlensäure. Ein Gleiches findet Statt, wenn man Salze darin auflöst, — bei der hallymetrischen Bierprobe (nach Fuchs) benutzt man letzteres Verhalten zur Bestimmung der Kohlensäure-Menge.

§. 63.

Außer der Gährung tritt uns die Kohlensäure auch beim Keimprozeß entgegen. Sammelt sie sich in den Malzräumen an, so kann sie da dieselben Gefahren anrichten wie in den Gährkellern. Man muß deshalb auf regelmäßige Beseitigung dieses gefährlichen Gastes Bedacht nehmen. Es giebt dazu zwei Wege: entweder legt man gebrannten und zu Mehl gelöschten Kalk in die Lokale — der Kalk verbindet sich mit der Kohlensäure und reinigt so die Luft — oder man beseitigt die Luft überhaupt durch Ventilation (worüber wir später reden) und jagt dabei die Kohlensäure auch mit hinaus.

Das Kohlensäuregas ist viel schwerer als die atmosphärische Luft und schichtet sich deshalb bei ihrer Entstehung häufig unter der atmosphärischen Luft ab. So finden wir unsere Gährbottiche bis zum Rande angefüllt mit einer unsichtbaren Lage von kohlensaurem Gase, welche der atmosphärischen Luft den Zutritt verwehrt. Ein in diese Gasschicht gesenktes Licht erlischt augenblicklich, weil das Kohlensäure-Gas ebensowenig den Verbrennungsprozeß unterhalten kann als das Athmen. Deshalb ist denn auch ein brennendes Licht das einfachste Mittel, um sich von der Unschädlichkeit der Luft im Gähr- oder Malzlokale zu überzeugen. Trägt man beim

Hinabsteigen in ein Gährlokal ein tiefgehaltenes Licht vor sich her, so hat man keine Gefahr zu fürchten, so lange das Licht brennt, — erlischt es aber, so ist's Zeit zur Umkehr. — Die große Schwere des Kohlensäure-Gases weist ihm, wie schon gesagt, immer nur die untern Schichten eines Raumes zum Aufenthalt an. Wird daher an diesen Stellen für einen Abfluß der Kohlensäure gesorgt, so sind die Gefahren für immer beseitigt.

Stickstoff.

§. 64.

Der gasförmige Stickstoff ist uns in der atmosphärischen Luft, wo er mit Sauerstoff gemengt ist, ein sehr störender Bestandtheil, weil er einen Theil des durch den Verbrennungsprozeß (s. vierten Abschnitt) frei gemachten Wärmestoffs wieder in Beschlag nimmt und so den Heizeffekt verringert.

Der feste Stickstoff dagegen bildet einen wesentlichen Bestandtheil des Getreides, welches wir als Braumaterial benutzen. Der Gehalt an Stickstoff ist es, welchem das bayrische Bier seine Vollmundigkeit und seine Nährkraft verdankt. Der Stickstoffgehalt bedingt auch den Mastwerth der Treber, insofern sie Muskeln bilden, — ohne Stickstoff kann kein Blut und also auch kein Fleisch geschaffen werden. Der Stickstoff ist auch ein charakteristischer Bestandtheil der Hefe, wie wir später sehen werden. — Diese Blut bildenden Stoffe (sie bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff) nennt man „Eiweißstoffe" oder „Proteïnstoffe". Ihre specielle Kenntniß ist eine der nothwendigsten Vorbedingungen der Bierbrauerei, weil von der Regulirung des Stickstoffgehalts der Biere der Charakter derselben wesentlich bedingt wird, und durch sorgfältige Ueberwachung dieses Gehalts das Produkt der Geschmacksrichtung der Konsumenten angepaßt werden muß, um auf diesem Wege den besten Marktpreis zu erzielen.

§. 65.

Mit dem Sauerstoff geht der Stickstoff Verbindungen in 5 verschiedenen Verhältnissen ein, — es können nämlich mit 1 Atom Stickstoff sich verbinden 1 Atom oder 2, 3, 4, 5 At. Sauerstoff. Näheres Interesse für unsern Zweck bietet eigentlich keine dieser Verbindungen. Indessen kommt eine derselben zuweilen im Brunnenwasser vor und kann dann bei der Gährung des mit solchem Wasser

gebrauten Bieres höchst eigenthümliche Erscheinungen hervorrufen, zu deren Verständniß man drei dieser Verbindungen kennen muß.

Die Verbindung von 1 At. Stickstoff mit 5 At. Sauerstoff nennt man Salpetersäure, weil sie in weiterer Verbindung mit dem Kali (eine Substanz, die wir weiter unten kennen lernen) den „Salpeter" bildet, mit welchem das Schießpulver bereitet wird. Solche weiteren Verbindungen der Salpetersäure mit Kalk, Kali u. s. w. sind es nun auch, die in manchem Quellwasser aufgelöst sind. Freilich ist eine gewisse Reichhaltigkeit an diesen salpetersauren Verbindungen nothwendig, um die Gährungserscheinungen hervorzurufen, von denen jetzt die Rede sein soll.

Unter dem Einfluß der Gährung (und vielleicht noch einiger Faktoren, die wir noch nicht genau genug kennen) zerfallen diese Verbindungen. Ein Theil des Sauerstoffs geht anderweite Verbindungen ein und der Rest desselben bleibt mit dem Stickstoff in dem Verhältniß verbunden, daß auf 1 At. Stickstoff 2 At. Sauerstoff kommen. Diese Verbindung ist das Stickoxyd; sie ist gasförmig, farblos und zeichnet sich dadurch aus, daß sie beim Zusammentreffen mit der atmosphärischen Luft sofort noch 1 At. Sauerstoff an sich reißt und damit eine Verbindung bildet, die sich in gelbrothen Dämpfen präsentirt und einen erstickenden, zum Husten reizenden Geruch besitzt; man hat sie „salpetrige Säure" genannt. — Bei Bieren, die aus solchen Gährungen hervorgehen, zeigt sich der charakteristische Geruch der salpetrigen Säure namentlich beim Oeffnen einer damit gefüllten und einige Zeit gelagerten Flasche.

§. 66.

Das ungeheure Luftmeer, in dem das Drama vom sogenannten „irdischen Jammerthal" zur Aufführung kommt, besteht aus einer wenig wandelbaren Mischung von Stickstoff und Sauerstoff. Ungefähr 79 Maßtheile Sauerstoff bilden die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft. Außerdem enthält die Luft stets noch einige Beimengungen, die für den Brauer um so mehr von Interesse sein müssen, weil er einige seiner Hauptoperationen unter dem wesentlichen Einfluß der atmosphärischen Luft vornimmt (so das Malzen und das Kühlen). Diese Beimengungen sind: Wärmestoff, Elektrisität, Kohlensäure, Wassergas und verschiedene Gase, die als Produkte der Fäulniß thierischer Körper auftreten.

§. 67.

Der **Wärmestoff** — je nachdem er mehr oder weniger verdichtet ist — bedingt die **Temperatur** der Luft. Wie sehr die Temperatur der Gährkeller einwirkt auf die Hauptgährung, und die Temperatur der Lagerräume auf den Verlauf der Nachgährung, ist im Allgemeinen bekannt; genauere Erörterungen kommen im praktischen Theile vor.

Ueber den nebelhaften Einfluß der **Elektricität** läßt sich heute nicht mehr sagen, als bereits S. 67 gesagt ist.

Die **Kohlensäure** kommt durch das Athmen der Thiere und den Verbrennungsprozeß in Herd und Ofen in die Luft, — es ist immer nur eine geringfügige Beimengung, die nie über $^1/_{200}$ steigt und auf den Brauprozeß ohne allen Einfluß ist.

Das **Wassergas** dagegen, welches sich in Folge der Verdunstung der Gewässer, des Athmens und Ausdünstens der Thiere und Pflanzen oft in ziemlichen Mengen in der Luft ansammelt, macht seinen nachtheiligen Einfluß in mehreren Beziehungen geltend. Bei der Aufbewahrung des Malzes z. B. dürfen die Haufen niemals bei feuchtem Wetter umgestochen werden, wenn man nicht die Haltbarkeit desselben gefährden will.

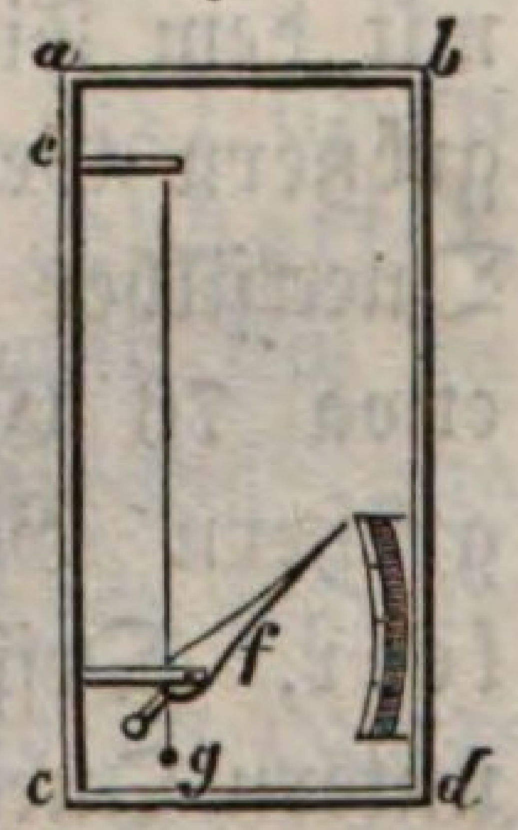
Sehr merklich auch ist der Einfluß feuchter Luft beim Abkühlen der Würze, welche dadurch wesentlich gehemmt wird. Die **Verdunstung** geschieht um so schneller, je trockner die Luft, d. h. je weniger Wasser schon darin enthalten ist, — die Verdunstung aber erfordert Wärme (zur Gasbildung) und entzieht solche auch der Würze, wodurch sie **abgekühlt** wird (§. 53). Da nun durch die Verdunstung auch eine **Concentration** der Würzen herbeigeführt wird, so kann es nicht befremden, wenn bei ganz **gleicher** Durchführung der Braueoperationen die Gebräude an **feuchten** Tagen **dünner** erscheinen als an **trocknen** (kalten) Tagen.

Bei neugebauten Kellern macht sich die feuchte Luft auf eine eigenthümliche Weise bemerklich, — das darin befindliche Wassergas ist mit etwas **Kalk** verbunden (ebenso wie in einem frischgetünchten Zimmer); dieser Kalk aber entzieht den Bieren Kohlensäure. Die Nothwendigkeit des Ausheizens und Trockenlegens solcher Keller durch Ventilation ergiebt sich daraus.

§. 68.

Da die Luft überhaupt auch der Träger der Samen der Unterhefe ist (s. 5. Abschn.), die — wenn sie sich nicht in Würze entwickeln können — auf blos feuchtem Boden alsbald in Fäulniß übergehen, so kann der Wassergehalt der Luft Veranlassung geben zu einer Verunreinigung der Luft mit allerhand übelriechenden Gasen. Ingleichen entsenden die Schimmelpflanzen ihre junge Brut (Samen oder sogenannte „Sporen") in die Luft und lassen diese für die Weiterverbreitung sorgen. Sind die Verhältnisse günstig, wozu vor allem ein angemessen feuchter Boden gehört, so entwickelt sich alsbald an den Kellermauern und auf den Fässern die üppigste Schimmelvegetation. Eigenthümlich ist, daß die Fortentwicklung dieser Schimmelpflanzen unter Ausscheidung einer riechbaren Substanz (die noch nicht näher untersucht ist) vor sich geht, — diese Substanz aber theilt sich gar gern gegohrenen Getränken mit und verleiht ihnen den widrigen „Schimmel- oder Faßgeschmack". Auch hieraus erhellt wieder die Nothwendigkeit, die Lagerkeller möglichst trocken zu halten, um den Schimmelplantagen vorzubeugen und so den Geschmack des Bieres rein zu erhalten. Und dieses Ziel ist nur durch Luftzug zu erreichen. Endlich noch die Ausdünstungen durch Fäulniß thierischer Stoffe, welche der Zufall den Brauereien zuweilen einmal zuführen kann. Verbreiten sich solche Gase im Malzkeller, so stören sie den Keimprozeß, welcher des Zutritts reiner atmosphärischer Luft bedarf, — sie können sogar den feuchten Getreidekörnern anhaften und auf den Geschmack des Bieres einen nachtheiligen Einfluß üben (den man durch Knochenkohle beim Maischen beseitigen muß). — Um solche Luft zu reinigen, ist Chlorkalk zu empfehlen (s. Chlor).

Fig. 41.



§. 69.

Nach diesen Erörterungen wird es klar sein, wie nothwendig dem Brauer die Kenntniß des Feuchtigkeitszustandes der Luft zuweilen sein muß. Man erforscht denselben durch Beobachtung des Hygrometers (Feuchtigkeitsmessers). Es kommt natürlich nicht auf eine wissenschaftlich genaue Bestimmung der Feuchtigkeitsmenge an; deshalb genügt das Haarhygrometer von Saussure, dessen Beschreibung hier folgen mag.

Der wesentliche Theil dieses Instruments ist ein Menschenhaar, welches durch's Austrocknen kürzer wird und sich durch Feuchtigkeit

verlängert. Das Hygrometer (Fig. 41) besteht aus einem messingenen Rahmen abcd; die kleine Zange e oben faßt das Haar, welches über die Rolle f läuft und durch das Gewicht g angespannt wird. Die Rolle ist mit einem Zeiger versehn, der sich vor einem mit Graden versehenen Kreisbogen bewegt. In ganz trockner Luft zeigt der Zeiger auf 0°, bei der feuchtesten Luft auf 100°.

Beim Gebrauch giebt man den Rahmen drei Wände von Flor und eine Glasthür auf der Vorderseite.

§. 70.

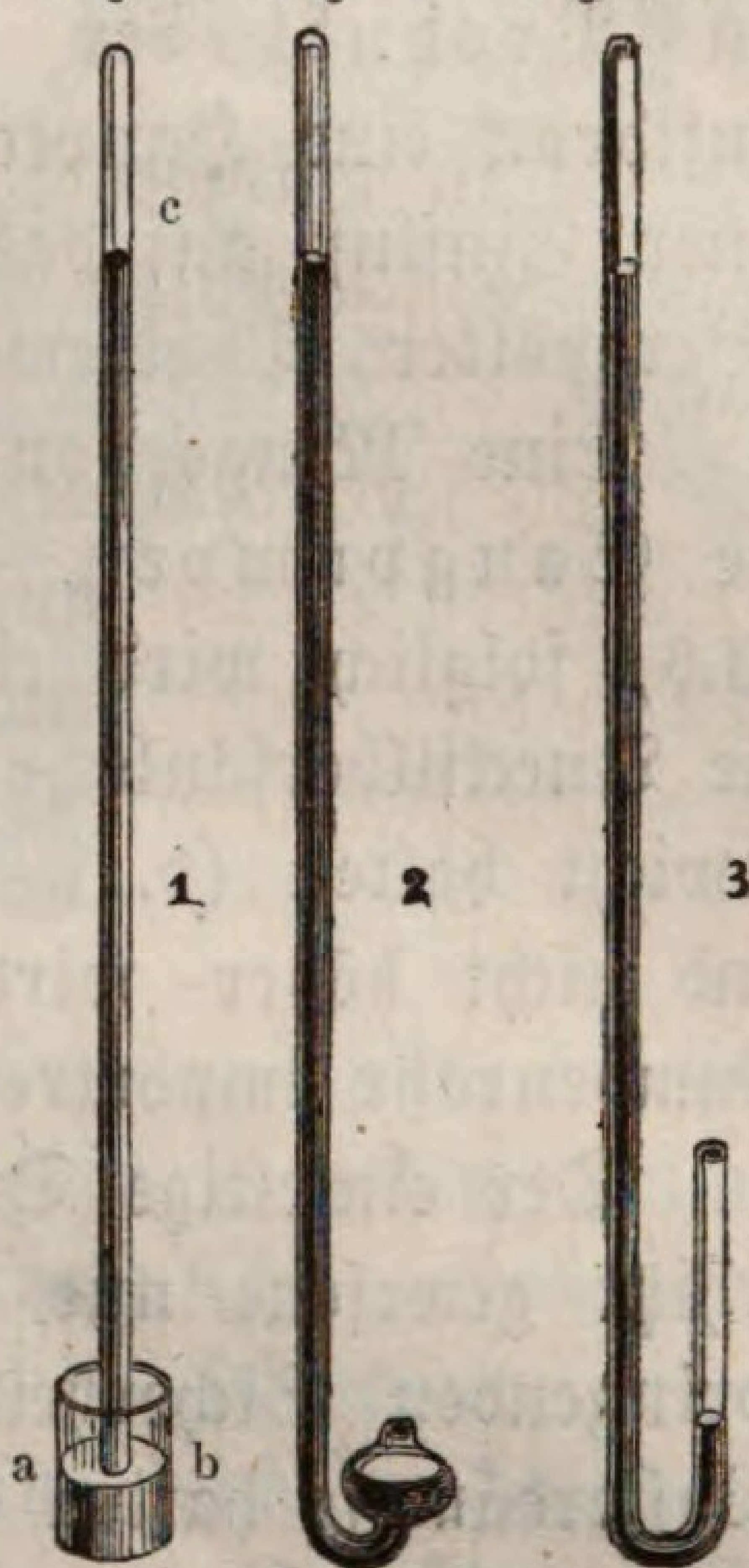
Es ist nothwendig, daß wir uns auch mit den übrigen physikalischen Eigenschaften der Luft und deren Folgen etwas bekannt machen.

Wie jeder Körper auf seine Unterlage einen seiner Schwere entsprechenden Druck ausübt, so auch die atmosphärische Luft, von der freilich 800 Maaß nicht mehr wiegen, als 1 Maaß Wasser. Deshalb unterliegt die Oberfläche des Erdballs dem Druck der Summe der sie umhüllenden Luftschichten und jede Luftschicht unterliegt dem Druck der über ihr befindlichen Luftschichten. Der Druck der Luft muß also geringer werden, wenn wir Berge besteigen, weil die Höhe der Luftschicht dabei im steten Abnehmen ist. Man hat ein Instrument, mit welchem man die Größe des Luftdrucks messen kann, — es ist das bekannte Barometer. Seine Konstruktion gründet sich auf folgenden Versuch.

Eine ungefähr 80 Centimeter lange Glasröhre (Fig. 42), welche an dem einen Ende luftdicht verschlossen ist (durch einen gut schließenden Kork), füllt man ganz mit Quecksilber, schließt das offene Ende mit dem Finger, kehrt die Röhre um, bringt das mit dem Finger verschlossene offene Ende unter Quecksilber in einem größern Gefäß und zieht dem Finger weg. Was geschieht? — Das Quecksilber fällt zwar etwas, bleibt aber doch in einer Höhe von etwa 76 Centimeter über der Oberfläche des Quecksilbers in dem größern Gefäße bei c stehen und der Raum über c ist luftleer. Oeffnet man den Kork oben, so sinkt es bis zum Niveau des untern Quecksilbers. Weshalb nun blieb die Quecksilbersäule Anfangs in der Höhe von 76 Centimeter hängen? — Die atmosphärische Luft konnte nur einseitig auf das Quecksilber drücken; sie drückte nur auf das Quecksilber ab im Napf, das Quecksilber im Rohr war ihrer Einwirkung durch den Korkverschluß entzogen. Beseitigt man den

Kork, so ist der Druck auf beiden Seiten gleich und deshalb auch kein Unterschied im Höhestand. Man sieht also, daß vorhin die Quecksilbersäule von 76 Centimeter als Gegengewicht gegen den gesammten Luftdruck gedient hat. Ist der Luftdruck geringer (und er ist nicht stets derselbe), so wird auch das Quecksilber auf einer geringeren Höhe stehen bleiben. Man kann demnach die Größe des Luftdrucks mit dieser Quecksilbersäure messen. So entstand das Barometer. Wir brauchen nämlich blos die Höhe von ab bis c messen zu können und der obige Apparat ist ein Gefäßbarometer. Fig. 43 zeigt das Barometer des gewöhnlichen Lebens, das Kugelbarometer, wo der Nullpunkt des Maaßstabs am Quecksilberspiegel in der Kugel liegt. — Zu ganz genauen Messungen dient das Heberbarometer, wie Fig. 44. —

Fig. 42. Fig. 43. Fig. 44.



Die Quecksilberhöhe von 76 Centimeter entspricht dem mittleren Luftdruck, wie er am Ufer des Meeres zu sein pflegt.

§. 71.

Die Wandelbarkeit des Luftdrucks führt zu einigen interessanten Erscheinungen im Gähr- und Lagerkeller. Wasser (welches der vorherrschende Bestandtheil des Bieres ist) löst manche Gase (so z. B. die Kohlensäure) auf, und zwar um so mehr, je höher der Luftdruck ist (s. §. 71). Wenn nun eine gährende Würze, die also mit der dem Luftdruck entsprechenden Menge Kohlensäure beladen ist, plötzlich einem geringern Luftdruck exponirt wird, was wird die Folge sein? — — Sie muß den Ueberschuß Kohlensäure (und noch mehr, s. §. 61) in die Luft entweichen lassen und die Gährung erscheint lebhafter. Nimmt der Luftdruck dann wieder rasch zu, so muß sich die Flüssigkeit erst wieder mit Kohlensäure sättigen und die Gährung scheint zu rasten. Die Beobachtung des Barometers giebt den Schlüssel zu diesen bisher räthselhaften Erscheinungen. — Ebenso im Lagerkeller, wo oft ein gespundetes Faß in Zapf genommen wird, weil es genug „Trieb" zeigte. Sinkt nun in der Zeit bis zum Abzapfen das Barometer, so schäumt das Bier zwar beim Abzapfen gewaltig und zeigt auf den Schenkfäßchen dennoch keinen „Trieb". Also —

— soll man nie bei tiefem Barometerstand zum Abzapfen auf Schenkfässer schreiten.

§. 72.

Der mittlere Druck, welchen die Atmosphäre auf die Erdoberfläche ausübt, beträgt auf je 1 Quadrat-Centimeter 1.033 Kilogramm.

Unter diesem Druck müssen wir Menschen arbeiten. Er lastet auf einem gewöhnlichen Menschen mit einem Gewicht von ungefähr 1500 Kilogramm, aber wir fühlen es nicht, weil der Mensch ein Produkt der lokalen Verhältnisse ist, unter denen der Luftdruck eine Hauptrolle spielt. Vielleicht hat der Luftdruck sogar einen Einfluß auf das Temperament der Menschen und Nationen (Bergvölker, Thalbewohner).

Eine Menge von Apparaten beruht auf diesem Luftdruck. So die Saugpumpen. Das specifische Gewicht des Quecksilbers ist 13.6, folglich wird eine Wassersäule, die 13.6mal so lang ist wie die Quecksilbersäule von 76 Centimeter, dem Luftdruck das Gleichgewicht halten (d. i. eine Wasserhöhe von 10.34 Meter). So hoch und nicht höher wird man das Wasser durch Saugen in einem Pumpenrohr emportreiben können.

Der einseitige Druck der Luft drückt auch das Sperrwasser in erhitzt gewesene und erkaltende Dampfkessel zurück, wenn die einspringenden Sicherheitsventile nicht in gutem Zustande sind. Die Wasserdämpfe hatten die Luft aus dem Kessel vertrieben, und wenn diese jetzt zu Wasser werden, so entsteht ein luftleerer Raum im Kessel, in den sich das Sperrwasser hineinstürzt, wenn nicht durch ein Saugventil äußere Luft eindringt.

§. 73.

Alle die ungeheuren Wassermassen, welche unaufhörlich an dem Gestein des Erdballs herumnagen, können diesen wühlerischen Tendenzen nur fröhnen, vermöge des auf ihnen lastenden Drucks; — ohne den Druck der Atmosphäre würde alles Wasser die Dampfform annehmen. Der Siedepunkt des Wassers ist jene Temperatur, wobei der freie Wärmestoff die Spannung des Dampfes so weit steigert, daß er dem Druck der Luft das Gleichgewicht hält und seine Dampfform behauptet. Ist der Luftdruck geringer (auf hohen Bergen z. B.), so kocht das Wasser auch schon bei niedrigen Temperaturen. Man kann sich das durch folgendes Experiment am besten veranschaulichen.

Ein zur Hälfte mit Wasser gefüllter Kolben (Fig. 45) wird erhitzt, bis durch die lebhafte Dampfentwicklung alle Luft aus dem Kolben verjagt ist. Dann nimmt man ihn vom Feuer, verschließt ihn rasch mit einem guten Kork und setzt ihn bei Seite. Das Sieden hat natürlich gleich aufgehört; leitet man aber auf den leeren Theil des Kolbens einen Strahl kalten Wassers (oder bedeckt ihn mit einem feuchten Schwamm), so beginnt augenblicklich wieder lebhaftes Aufwallen im Kolben. Auf diese Weise kann man das Wasser noch zum wallenden Sieden bringen, selbst wenn es nur noch lauwarm ist.

Fig. 45.



Also — je höher ein Ort liegt, desto geringer der Luftdruck und desto niedriger der Siedepunkt des Wassers*).

§. 74.

Durch Verbindung mit Wärmestoff (Erwärmung) wird die Luft (wie jedes andere Gas) ausgedehnt und — da in einem gleichen Raume jetzt weniger von der schweren Luft enthalten ist — leichter. In Folge dessen wird die erwärmte Luft durch die schwerere, kältere stets in die Höhe gedrückt, gerade so wie eine leichtere Flüssigkeit durch eine schwerere empor getrieben wird. Im gewöhnlichen Leben sagt man dann: „Die warme Luft steigt empor"; — es ist das eine unrichtige Ausdrucksweise, die warme Luft wird vielmehr empor gedrückt. Es ist nothwendig, sich darüber ganz klare Vorstellungen zu machen, wozu ein einfaches Experiment dient.

Fig. 46.



Das Fläschchen a (Fig. 46) ist mit Oel gefüllt; durch den Kork gehen die beiden Glasröhren b u. c. Wird bei b Wasser eingegossen, so fließt bei c Oel ab. Warum fließt denn bei c nicht auch Wasser ab? — Weil das Wasser schwerer ist als Oel, deshalb an den Boden sinkt und das Oel von da verdrängt, welches nun mehr „wegen Mangel an Raum" bei c

*) Brauchen solche hochgelegene Orte etwa auch weniger Brennstoff zu ihren Kesselfeuerungen? — Nein! — Warum nicht?

hinausgeworfen wird. Wenn nun der Leser statt Oel „warme Luft" und statt Wasser „kalte Luft" setzt, und sich ferner unter a den Kesselofen, b den Luftkanal unter dem Rost und unter c den Schornstein vorstellt, so wird er schon auf den richtigen Weg kommen. Das Nähere bei den Heizapparaten.

§. 75.

Mit dem Wasserstoff geht der Stickstoff eine Verbindung (aus 1 Atomgewicht Stickstoff und 3 Atomgewicht Wasserstoff) ein, die sehr hervorstechende Eigenschaften besitzt und unter dem Namen „Ammoniak" bekannt ist.

Gelegenheit zur Entstehung dieser Verbindung ist häufig genug da, insbesondere entpuppt sich dieselbe auch bei der Fäulniß stickstoffhaltiger Pflanzen- und Thierstoffe; — so auch in den Brauereien bei der Fäulniß der Hefe, des Pflanzenleims u. s. w., sobald die Reinlichkeit nicht gewahrt wird.

Das Ammoniak erscheint uns als Gas von stechendem Geruch. Es färbt das geröthete Lackmuspapier wieder blau, — durch Auslegen solcher Papierstreifen in den Braulokalen kann man also ausfindig machen, ob die Luft darin frei von Ammoniak ist oder nicht. Zeigt sich die Luft regelmäßig mit Ammoniak beladen, so ist man berechtigt, auf eine Sünde gegen die Reinlichkeit zu schließen, und muß feststellen, wo der Fehler stattgefunden hat, um Abhülfe zu schaffen.

Das Ammoniakgas ist in Wasser auflöslich, — diese Auflösung zeigt den stechenden Geruch des Gases und ist unter dem Namen „Salmiakgeist" bekannt.

Das Ammoniak geht mit der Kohlensäure eine Verbindung ein, die sich als eine trockne weiße Masse von dem Geruch des Ammoniaks darstellt. Dieses kohlensaure Ammoniak ist in Wasser auflöslich. Auf dem Umstande, daß diese Verbindung so leicht und vollständig durch Erwärmung verflüchtigt werden kann, beruht die Anwendung derselben in den Bäckereien, — als feines Pulver wird sie dem Teige beigemengt (anstatt Hefe) und treibt ihn beim Erwärmen auf; — es bleibt nichts von der Substanz im fertigen Backwerk zurück.

§. 76.

Für die Herbeiführung eines rascheren Gährungsverlaufs ist das kohlensaure Ammoniak von großem Werth und verdient unsere ganze Aufmerksamkeit. Es ist Thatsache, daß ein Zusatz von etwas kohlen-

saurem Ammoniak zum Jungbier die Nachgährung desselben beschleunigt. Es ist unschwer, den Grund dieser Erscheinung zu begreifen. Wir wissen, daß die Hefe eine Pflanze ist, welche auf Kosten einiger Würzebestandtheile wächst und bei dieser Gelegenheit die Gährungserscheinungen veranlaßt. Je üppiger das Wachsthum der Hefenpflanzen, um so umfangreicher auch die Zuckerzersetzung oder um so vollständiger der Vergährungsgrad. Die Bestandtheile des kohlensauren Ammoniaks sind fast gleich den Bestandtheilen des Inhalts der Hefenzellen*) und vermehren deshalb das Wachsthum derselben gerade so, wie das kohlensaure Ammoniak in dem thierischen Dünger der Landwirthe und Gärtner das Wachsthum der Gemüsezellen befördert.

Diese schätzbare Eigenschaft des Ammoniaks und seiner Verbindungen kann dem Bierbrauer aber auch zuweilen sehr lästig werden. Die verwesenden thierischen Excremente (Koth und Harn) nämlich theilen dem Wasser, welches damit in Berührung kommt, Ammoniakverbindungen mit, die — wenn sie nicht flüchtig sind, wie z. B. das phosphorsaure und quellsaure (s. §. 176) Ammoniak — auch in den Gährbottich wandern und dort einen für Lagerbier zu weit fortschreitenden Vergährungsgrad herbeiführen. Es sind mir einige Fälle vorgekommen, wo der Grund des trotz aller Vorkehrungen überraschend großen Vergährungsgrades nur in dem Ammoniakgehalt des Brauwassers beruhte. (S. den 3. Theil §. 3.)

Schwefel.

§. 77.

Dieser weltbekannte Stoff interessirt uns nur durch die Verbindungen, welche er mit andern Stoffen eingeht.

Wenn Schwefel an der Luft bis zur Entzündungs-Temperatur erhitzt wird, so verbrennt er mit blauer Flamme und es entsteht ein stechend riechendes Gas. Die so gebildete Verbindung ist die schweflige Säure, bestehend aus 1 At. Schwefel und 2 At. Sauerstoff. Dieses schwefligsaure Gas ist in Wasser löslich, — das ist also eine flüssige Form derselben. Solche flüssige, schweflige Säure hat nun (für Gegenden, wo man den Pechgeschmack des Bieres nicht liebt) eine höchst wichtige Eigenschaft für die Kellerwirthschaft. Kommt sie nämlich mit Sauerstoff in Berührung, so entsteht allmälig eine Verbindung von 1 At. Schwefel und 3 At. Sauerstoff, — es tritt

*) Was eine Pflanzenzelle ist, wolle der Leser nachschlagen in §. 220.

also noch 1 At. Sauerstoff in den Bund und dann nennt man es Schwefelsäure.

So lange der atmosphärische Sauerstoff noch schweflige Säure vorfindet, mit der er sich zu schaffen machen kann, so lange ist er anderweit unschädlich; — und es fällt deshalb z. B. die Veranlassung zur Essigbildung in den Bierfässern hinweg. Das ungepichte Faß oder das in demselben lagernde Bier wird eingeschwefelt, d. h. mit schwefliger Säure gesättigt (sogenanntes Schwefelbier). Der stechende Geruch und der den Hals austrocknende Geschmack eines stark geschwefelten Bieres verliert sich nach und nach, — theils weil diese schweflige Säure leicht Gasform annimmt und allmälig durch die Faßwände abduftet, theils weil sie zur geruchlosen Schwefelsäure wird. Aber — so wird man fragen — ist denn die Schwefelsäure, welche hierdurch bleibend in das Bier gelangt, nicht der Gesundheit nachtheilig? — Darauf ist unbedingt zu antworten: Nein! — denn sie bleibt nicht als solche d. h. im ledigen Zustande im Biere. Sie findet daselbst nämlich einige anderweitige Verbindungen vor, denen wir in den „Aschenbestandtheilen" später begegnen werden, und schließt da neue Verbindungen, in welchen sie ihren sauern Charakter aufgiebt und zu einem gelinde wirkenden Laxirsalze wird, — bei der obwaltenden homöopathischen Verdünnung aber ist auch nicht einmal diese abführende Wirkung bemerklich*).

Bemerkenswerth bleibt es auch (und ist für die Zwecke der Bierbrauerei noch viel zu sehr vernachlässigt), daß durch Auflösung von schwefliger Säure in einem Biere das Fortschreiten der Gährung verzögert oder unterdrückt wird. Ist die schweflige Säure verdunstet, so stellt sich die normale Gährung wieder ein.

§. 78.

Eine wiederum andere Eigenschaft der schwefligen Säure hat in neuerer Zeit eine sehr nützliche Anwendung gefunden. Die schweflige Säure verbindet sich nämlich mit der festen Substanz der Blumen, Blätter und saftreichen Theile der Pflanzen. Die daraus hervorgehende Verbindung besitzt die wichtige Eigenschaft, kein Wasser

*) Anderer Art ist die vielbesprochene Gefahr, die in einer Verunreinigung des verwendeten Schwefels wurzelt, — er enthält nämlich häufig Arsenik, der beim Verbrennen als „arsenige Säure" in's Bier gelangt. Viel ist's freilich auch nicht, und ob diese geringe Menge Arsenik wirklich Schaden anrichten kann, ist noch nicht erwiesen. Man kann sich übrigens an arsenikfreien Schwefel halten.

aufnehmen zu können; deshalb fließt beim Schwefeln sehr saftreicher Gemüse das Wasser förmlich aus, und dieselben lassen sich nunmehr rasch und vollständig austrocknen, wodurch der Verderbniß vorgebeugt ist. Nachdem der französische Chemiker Braconnot schon längst das Schwefeln und Trocknen grüner Gemüse als den besten Weg zu ihrer Konservirung anempfohlen hatte, wird diese Operation neuerdings als zweckmäßigste Methode zur Aufbewahrung des Hopfens in Anwendung gebracht, — alle Bestandtheile des Hopfens, welche den Werth desselben bedingen, behalten ihre Eigenschaften unversehrt. (S. den 3. Theil §. 53 u. s. w.)

§. 79.

Zu Zeiten kann uns auch wol die Schwefelsäure, die im Handel unter dem Namen „englische Schwefelsäure" vorkommt, gute Dienste leisten, — sie vermag nämlich den Schimmel in den Fässern zu vertilgen. Ist in einem Faß der Schimmel so zur Oberherrschaft gelangt, daß er den landesüblichen Mitteln (Dämpfen und Kleiengährung) nicht mehr weicht, so greift man zur Schwefelsäure. Zu 3 Pfund Wasser, welches sich in einem irdenen Gefäße befindet, wird ganz allmälig und unter Umrühren 1 Pfund Schwefelsäure gebracht. Mit dieser Mischung nun werden die Fässer, welche zuvor mit Wasser und Bürste möglichst gut gereinigt sind, ausgespült und in der Weise behandelt, daß man das liegende Faß nach je einer Stunde jedesmal etwas weiter umwälzt; dadurch sollen nach und nach alle Wandungen 1 Stunde lang mit der Säure in Berührung kommen. Nach 24 Stunden schreitet man zum Ausbrühen, schwenkt mit einer Auflösung von Soda in Wasser (um die Säure wegzunehmen) und giebt schließlich nochmals reines kaltes Wasser.

§. 80.

Die Verbindung von 1 At. Schwefel mit 1 At. Wasserstoff bildet ein Gas, das Schwefelwasserstoffgas. Es riecht wie nach faulen Eiern. Im Wasser ist's auflöslich; Quellwasser, welches Schwefelwasserstoff enthält (Schwefelwasser), wird wol nur ausnahmsweise einmal als Brauwasser zur Verwendung kommen. Hat man einmal keine andere Wahl, so muß man — weil der Schwefelwasserstoff die Kupfergeräthe angreift (an der Oberfläche schwärzt) — zur Ausscheidung des Schwefelwasserstoffs schreiten*).

---

*) Man kocht das Wasser in eisernen Pfannen, bis es geruchlos ist.

Einige Eigenschaften des Schwefelwasserstoffs bieten uns das Mittel zur Unterscheidung des geschwefelten Hopfens vom ungeschwefelten (s. Hopfenprobe).

Der Schwefel bildet auch einen Bestandtheil der Eiweißstoffe. Diese Gruppe besteht aus mehreren sehr leicht zersetzbaren Körpern; — findet die Zersetzung derselben statt, so geht der darin enthaltene Schwefel eine Verbindung mit Wasserstoff ein, — Schwefelwasserstoff.

Die Hefe enthält ebenfalls Eiweißstoffe; man hüte sich also, sie in Fäulniß übergehen zu lassen, wenn man eine reine Luft behalten will.

Phosphor.

§. 81.

Der Phosphor ist ebenfalls ein Bestandtheil von „Eiweißstoffen", — außerdem findet er sich in der Hefe in verhältnißmäßig großer Menge.

Die Verbindung von 1 At. Phosphor und 5 At. Sauerstoff ist die Phosphorsäure. Sie ist ein Bestandtheil des Malzes und entsteht durch die Keimbildung aus dem Phosphor eines unauflöslichen Eiweißstoffs (siehe §. 151). Legt man ein im Wasser eingequelltes Samenkorn auf blaues Lackmuspapier und hält es feucht, so wird man mit dem Beginn des Keimens rings um das Korn herum eine Röthung des Papiers beobachten, — es ist Folge des Auftretens der Phosphorsäure.

Der Phosphorsäuregehalt der Würze ist für die Vergährung derselben von Wichtigkeit. Wie schon erwähnt, enthält die Hefe Phosphor und wahrscheinlich zum Theil als Phosphorsäure. Man hat die Erfahrung gemacht, daß die Hefenbildung und somit die Vergährung der Würzen beschleunigt wird durch einen Zusatz von Phosphorsäure.

Chlor.

§. 82.

In seiner reinen Form interessirt dieser Stoff den Bierbrauer nur wenig, doch kann er ihm ein Retter aus großen Nöthen werden.

Das Chlor zeigt sich uns gewöhnlich in Gasform. Das Chlorgas ist blaßgelb, besitzt stechenden und zum Husten reizenden Geruch und zerstört die Pflanzenfarben (dient deshalb auch zum Bleichen). Es zerstört auch Gerüche, die der Verwesung von Pflanzen- und Thier-

stoffen entstammen, — und das ist der Punkt, der uns unter Umständen von Wichtigkeit werden kann.

In den Brau- und Gährlokalen finden sich solche Gerüche zuweilen ein und gefährden die Gesundheit des Personals sowie des fertigen Bieres. Das gewöhnliche Hülfsmittel der Luftreinigung — anhaltender Luftzug — versagt mitunter den Dienst. Auch die durchgreifenderen Mittel, Anstreichen der Wände mit frischgelöschtem Kalk und Abbrennen von Schwefel (wobei schweflige Säure entsteht und sich mit dem Kalk der Wände verbindet) lassen uns vielleicht im Stich. Dann greifen wir zum Chlor, indem wir den im Handel bekannten Chlorkalk, welcher an der Luft beständig Chlor abdunstet, in den übelriechenden Lokalitäten ausstreuen, oder auf flachen Tellern ausgebreitet hinstellen oder mit Wasser zur Milch anrühren, Tücher hineintauchen und solche in den Lokalen aufhängen.

Mit dem Wasserstoff verbindet sich das Chlor zu einem sauren Gase (Chlorwasserstoff), welches sich im Wasser leicht und in Menge auflöst; diese Auflösung kommt im Handel unter dem Namen „Salzsäure" vor. Châtelain hat sie neuerdings zum Reinigen der Bierfässer, unter Mitanwendung von Soda (siehe Natrium) empfohlen.

Eine sehr gewöhnliche Verbindung des Chlors werden wir beim „Natrium" kennen lernen.

Jod.

§. 83.

Das Jod ist ein in schwarzgrauen metallglänzenden Blättchen erscheinender Stoff, der unter dem chemischen Kontrole-Material des Bierbrauers eine hervorragende Rolle spielt. Es ist flüchtig und bildet in der Hitze einen prachtvoll violettblauen Dampf, der beim Erkalten wieder farblos wird unter Absatz von schwarzen Jodblättchen; — es riecht stechend, ähnlich dem Chlor. In Weingeist löst sich das Jod zu einer tiefbraunen Flüssigkeit, die bei der Verdünnung mit Wasser schwarzgraues Jodpulver fallen läßt. Aber auch im Wasser ist es — wenn auch nur in sehr geringer Menge — auflöslich; — und diese Auflösung (wässrige Jodtinktur) ist die Form, in welcher das Jod dem Brauer seine Dienste leistet. Man stellt diese Auflösung dar, indem man das (in jeder Apotheke käufliche) Jod in einem gut verstopften Glase mit Wasser zusammenbringt und von Zeit zu Zeit umschüttelt, bis das über dem schwer am Boden liegenden Jod stehende

Wasser eine dunkelweingelbe Farbe erlangt hat. Den Bodensatz läßt man im Glase und füllt, nach stattgefundenem Verbrauch der Auflösung, mit frischem Wasser auf. Das Sonnenlicht wirkt zersetzend auf solche Jodtinktur, — man muß sie also im Dunkeln aufheben (das Glas mit Papier umwickeln).

Das Jod bildet mit dem Stärkemehl (und Kleister) eine tiefviolettblaue Verbindung. Darauf beruht der Nutzen der Jodtinktur zur Ueberwachung des Maischprozesses. Die Würze darf bekanntlich nie unveränderten Kleister enthalten, — die Maische muß deshalb stets so lange auf der Ruhe stehen, bis ein Tropfen der Würze in etwas Jodtinktur (die man in ein Gläschen gebracht hat) keine blaue oder weinrothe Färbung mehr hervorruft. Die weingelbe Farbe der Tinktur muß durchaus unverändert bleiben. Dann erst darf man zum Abläutern schreiten.

§. 84.

Die nachfolgende kurze Reihe von Stoffen bildet mit dem Sauerstoff Verbindungen, welche nicht sauer sind. Es war schon oben (§. 42) die Rede davon, daß man diese Verbindungen Oxyde nennt, — einige wenige Sauerstoff-Verbindungen dieser Gruppe (z. B. die Verbindung des Arsenik mit Sauerstoff) sind dennoch sauer. Darum darf man auf solche willkührliche Gliederungen keinen Werth legen. Wen aber der Name der Stoff-Repositur interessirt, der merke sich, daß man die bereits besprochenen Stoffe „Nicht-Metalle", und die jetzt folgenden „Metalle" zu nennen pflegt.

Kalium.

Dieses Metall besitzt eine so kolossale Neigung zum Sauerstoff, daß man ihm alle Wege zur Vereinigung abschneiden muß und es deshalb nur unter Steinöl aufbewahren kann. Wird es in Wasser geworfen, so entzündet es sich, — das Kalium verbindet sich mit dem Sauerstoff des Wassers, wodurch also der brennbare Wasserstoff frei wird und bei der obwaltenden hohen Temperatur zu brennen beginnt. — Für unsere Zwecke hat hauptsächlich die Verbindung des Kaliumoxyds mit Kohlensäure Interesse, — das kohlensaure Kali. Man nennt die Verbindung des Kalium mit Sauerstoff Kali, welches sich, mit der Kohlensäure vereinigt, in der Holzasche vorfindet und ihr ihren Marktwerth verleiht. Aus dieser Asche kann man das kohlensaure Kali (nebst einigen andern Salzen) durch Wasser ausziehen, — wird

die Auflösung bis zur Trockenheit eingesotten, so bleibt unreines kohlensaures Kali als „Pottasche" zurück.

Schwefelsaures Kali findet sich in einigen Brauwassern, — ein unschädlicher Bestandtheil von schwach salzigem Geschmack.

Natrium.

§. 85.

Es ist ein dem Kalium höchst ähnliches Metall und zersetzt das Wasser ebenfalls, aber der ausgeschiedene Wasserstoff entzündet sich dabei nicht.

Eine Verbindung des Natriums mit dem Chlor ist das allgemein bekannte Kochsalz (Chlornatrium). Manches Wasser enthält so große Mengen Kochsalz, daß es zum Brauen untauglich ist (s. Wasser als Braumaterial). — Anwendung in den Bierbrauereien findet das Kochsalz nur zur Klärung trüben Bieres (s. Kellerwirthschaft) und zur Aufbewahrung der Treber.

Die Verbindung des Natrium mit Sauerstoff nennt man Natron.

§. 86.

Dieses Natron bildet mit der Kohlensäure zwei Verbindungen, welche der Brauer häufiger anwendet. Wenn sich 1 Atomgewicht Natron mit 1 Atomgewicht Kohlensäure verbunden hat, so haben wir die gewöhnliche Soda (kohlensaures Natron), welche als weißes Pulver (calcinirte Soda) oder mit vielem Wasser verbunden (krystallisirte Soda) im Handel vorkommt. Man bedient sich längst mit Vortheil einer warmen Auflösung von Soda in weichem Wasser zum Reinigen von Metallflächen, die mit Bierwürze in Berührung waren, und denen man mit Bürsten nicht gut beikommen kann (Leitungsröhren u. s. w.); — man füllt sie mit einer Sodaauflösung, läßt diese einige Zeit einwirken, abfließen und spült dann mit frischem Wasser nach. — Neuerdings hat Chatelain diese Verbindung unter Mitanwendung von Salzsäure (s. Chlor) auch zum Reinigen der Bierfässer empfohlen. Die Fässer werden erst mit einer Sodaauflösung (die er Résinofuge nennt) behandelt, dann gespült und darauf der Einwirkung einer verdünnten Salzsäure (hier Azymome genannt) unterworfen, — nach abermaligem Spülen mit Wasser sind auch sehr unsaubere Fässer vollkommen gereinigt.

Das Natron kann sich auch mit der doppelten Menge Kohlensäure

(also auf 1 Atomgewicht Natron 2 Atomgewicht Kohlensäure) verbinden. Diese Verbindung spielt zuweilen in den zu warmen Lagerkellern die Rolle einer Medicin, — es ist die letzte Oelung für ein im Säuern begriffenes Bier. Das doppeltkohlensaure Natron (Natrum bicarbonicum der Apotheker) wird dem absterbenden Biere allmälig in solchen Mengen als Pulver zugesetzt, bis der Essigstich unter Aufschäumen beseitigt ist; — das noch einmal lebendig gewordene Bier muß aber rasch vertilgt werden, weil es alsbald wieder in den alten Fehler verfällt.

Eine Verbindung des Natron mit Phosphorsäure (phosphorsaures Natron) ist neuerer Zeit vorgeschlagen zur Vermehrung der Hefenbildung, d. h. zur Beschleunigung der Vergährung der Biere.

Die Verbindung des Natron mit der Schwefelsäure ist das als Laxirmittel bekannte Glaubersalz. Da der Geschmack desselben höchst widerwärtig ist, so versteht es sich von selbst, daß der Gehalt desselben im Brauwasser nicht groß sein darf. In einigen Brauereien Londons werden übrigens vortreffliche Biere mit Wasser gebraut, das ziemlich reich ist an schwefelsaurem Natron.

Calcium.

§. 87.

Die Verbindung dieses Metalls mit Sauerstoff ist der weltbekannte „gebrannte Kalk". Wird er mit Wasser benetzt, so zerfällt er unter bedeutender Wärme-Entwickelung zu Pulver (gelöschtem Kalk), — der Kalk hat sich mit Wasser verbunden (1 Atomgew. Kalk und 1 Atomgew. Wasser). Dieser gelöschte Kalk, mit Wasser verdünnt, dient bekanntlich dazu, die Wände der hölzernen Braugeräthe, welche mit Würze und Bier in Berührung waren und wegen Aufsaugung dieser so leicht zersetzbaren Flüssigkeiten eine nachtheilige Beschaffenheit annehmen würden, mit einem schützenden Anstrich zu versehen, der vor dem fernern Gebrauch entfernt wird. Der eigentliche Grund dieses Gebrauchs (welcher indessen dem vorgesetzten Zwecke nur mangelhaft entspricht) beruht darin, daß der Kalk mit den leicht faulenden Eiweißstoffen Verbindungen eingeht, welche der Fäulniß etwas besser widerstehen.

In Wasser ist der Kalk etwas auflöslich (Kalkwasser), — die klare Flüssigkeit bläuet das rothe Lackmuspapier.

§. 88.

An der freien Luft bedeckt sich das Kalkwasser mit einem unauflöslichen Häutchen von kohlensaurem Kalk. Der Kalk hat die Kohlensäure der Luft angezogen, — nach kurzer Zeit ist kein Kalk mehr in Auflösung, er liegt als kohlensaurer Kalk am Boden und darüber steht reines Wasser.

Auf dieser innigen Liebe zwischen Kalk und Kohlensäure beruht denn auch die Möglichkeit, Gährkeller durch Einstreuen von gelöschtem Kalk von der lästigen Kohlensäure zu befreien.

Der kohlensaure Kalk, bestehend aus 1 Atomgewicht Kalk und 1 Atomgewicht Kohlensäure, ist als Marmor, Kreide, Kalkstein ꝛc. ein bekanntes Gestein. Er interessirt uns nur durch seine Unauflöslichkeit im Wasser. Durch Säuren wird die Kohlensäure unter Aufbrausen verjagt, — daher auch die Anwendung zur Beseitigung des Essigstichs im Biere.

Bewegt sich aber der kohlensaure Kalk in Gesellschaft von vorherrschender Kohlensäure, so giebt er seine Sprödigkeit auf, — er schließt mit noch einem Atom Kohlensäure ein Freundschaftsbündniß; diese Verbindung von 1 Atomg. Kalk und 2 Atomg. Kohlensäure (der doppelt kohlensaure Kalk) ist auflöslich im Wasser und kann deshalb in Brunnenwassern, welche Kalkgesteine durchwandert haben, vorkommen. Für manche technische Zwecke würden solche Brunnenwasser (hartes Wasser) Hindernisse darbieten; es kommt deshalb sehr gelegen, daß diese kohlensaure Doppelehe des Kalks sehr wenig Bestand hat, — beim Erwärmen verflüchtigt sich die jüngst hinzugetretene Kohlensäure und der alte solide kohlensaure Kalk senkt sich wieder darnieder. Man kann deshalb solche „harte Wasser" durch Kochen „weich" machen. — Ein anderer Weg noch ist, daß man einen reinen, unverbundenen Kalk (der noch Junggesell ist) als Hausfreund in die harten Gewässer einführt, — der reißt sofort die lockerer gebundene Kohlensäure an sich und legt sich als kohlensaurer Kalk zu Boden. Man kann also die Kalkpartien, welche durch Kohlensäure in Auflösung gebracht werden, leicht hinausschmeißen aus dem Brauwasser, sei es auf die eine oder andere Weise. Anders ist's

§. 89.

bei der Verbindung des Kalks mit der Schwefelsäure. Der schwefelsaure Kalk (gewöhnlich „Gyps" genannt) ist ebenfalls

auflöslich im Wasser. Dieser Kalkgehalt ist durch Kochen nicht zu entfernen; — dazu kommt noch, daß das Wasser $^1/_{1400}$ Kalk als schwefelsauren Kalk (der da **bleibt**) und nur $^1/_{1000}$ Kalk als doppelt kohlensauren Kalk (der durch's Sieden vollständig **beseitigt** wird) aufnimmt. Ob nun dieser im Wasser oder in der Würze verbleibende Gyps die Qualität des resultirenden Bieres gefährdet oder nicht, darüber laufen die Ansichten der Brauer gewaltig auseinander. Die Einen halten ihn für einen sehr gefährlichen Kameraden, die Andern wissen ihm gar nichts Uebles nachzusagen. Zu der ersten Gruppe zählen die deutschen und französischen Brauer, zu der andern die englischen. Der Grund dieser verschiedenen Meinungen liegt einfach in der Verschiedenheit der befolgten Braumethoden. In Deutschland und Frankreich pflegt man die erste Würze mit den Nachgüssen zu vereinigen und durch Kochen zu concentriren (fast bis auf die Hälfte einzudampfen), wobei also auch der Gypsgehalt der Würze sich vermehrt und seinen widerwärtigen Geschmack geltend macht. In England benutzt man meist die stärkern Würzen ohne den Nachguß (welcher zu geringen Bieren verwendet wird) und der eigenthümlich konstruirte englische Braukessel läßt keine Concentration der Würze zu, — es wird also auch das Gypsquantum nicht vergrößert. Thatsache ist, daß das berühmte Burton Ale mit gypsreichem Wasser gebraut wird. (S. Wasser als Braumaterial.)

Von nicht geringerer Wichtigkeit ist der Gypsgehalt des Wassers, welches als Speisewasser der Dampfkessel dient. Enthält das Wasser blos doppelt kohlensauren Kalk, so scheidet sich beim Kochen sofort kohlensaurer Kalk aus, welcher einen lockern, leicht beweglichen Bodensatz bildet. Das gypshaltige Wasser dagegen setzt allmälig — d. h. je nachdem das Lösungswasser verdampft ist — Gyps ab und zwar in festen Rinden, die einen den Dampfkesseln gefährlichen „Kesselstein“ bilden. Setzt man einem solchen Gypswasser etwas Soda-Auflösung zu, so wird kohlensaurer Kalk ausgeschieden und man bekommt keinen festen Kesselstein.

§. 90.

Eben so störend, wie der schwefelsaure Kalk, ist der salpetersaure Kalk in dem Brauwasser. Es war schon bei der Salpetersäure (S. 83) die Rede von den widerwärtigen Erscheinungen, welche dadurch hervorgerufen werden können. Gar manche Quellwasser, welche die Verwesungsprodukte thierischer Exkremente nicht unmittel-

bar erhalten (wodurch sie ammoniakhaltig werden würden, s. §. 75), enthalten salpetersauren Kalk. Kommt nämlich das Ammoniakwasser mit Kalk und atmosphärischer Luft in Berührung, so wird aus dem Stickstoff-Wasserstoff (Ammoniak) ein Stikstoff-Sauerstoff (Salpetersäure), womit dann der Kalk ein Bündniß abschließt. Daher die Auswitterung von salpetersaurem Kalk an jenen Kalkwänden, die unter dem polizeilichen Schutze nur selten einmal mit Harn benetzt werden dürfen; — daher auch die Bildung von salpetersaurem Kalk im Boden, — und endlich die Gegenwart dieses Salzes im Brunnenwasser auf Stadt und Land. Was man bei solchen Fatalitäten zu thun hat, werden wir beim „Wasser als Braumaterial" zu besprechen haben.

Auch eine Verbindung des Calcium mit Chlor (Chlorcalcium) ist in manchem Quellwasser enthalten, aber sie ist sehr harmloser Natur in Bezug auf die Brauoperationen und auch ihre Menge ist meistens nur gering.

Magnesium.

§. 91.

Die Verbindungen dieses Metalls haben zum Theil große Aehnlichkeit mit denen des Calciums. Da die in Wasser auflöslichen Verbindungen des Magnesiums einen bitterlich-salzigen Geschmack besitzen, so hat man die Verbindung des Magnesiums mit Sauerstoff „Bittererde" genannt.

Die Bitterde löst sich etwas in Wasser, sie verbindet sich mit Kohlensäure (im Verhältniß von 1 Atomg. Bittererde zu 1 Atomg. Kohlensäure) zur schwerlöslichen einfach kohlensauren Bittererde, — sie nimmt 2 Atomg. Kohlensäure zu sich und bildet eine doppelt kohlensaure Bittererde, welche (gleich dem entsprechenden Kalksalz) löslich ist im Wasser und beim Erhitzen Kohlensäure verliert unter Abscheidung von einfach kohlensaurer Bittererde.

Die Verbindung der Bittererde mit Schwefelsäure ist im Wasser sehr leicht auflöslich (Unterschied vom schwefelsaurem Kalk). Es ist das als Laxirmittel bekannte „Bittersalz" und bietet uns kein Interesse; — Wasser, welches viel solchen Salzes enthält, schreckt schon durch seinen Geschmack ab und darf als Brauwasser nicht angesprochen werden. — Dagegen enthalten fast alle Brunnenwasser nahe der Meeresküste Chlor-Magnesium, an welchem das Meer-

wasser reich ist. Einen hindernden Einfluß auf die Brauoperationen hat man bei der Verwendung solchen Wassers nicht gefunden.

Aluminium.

§. 92.

Dieses Metall, welches durch seine Geschmeidigkeit und andere schätzbare Eigenschaften neuerdings allgemein Aufmerksamkeit erregt hat, bildet mit Sauerstoff eine im Wasser unlösliche Verbindung, die Thonerde.

Mit Kohlensäure geht die Thonerde keine Verbindung ein. Lösliche Verbindungen mit andern Säuren kommen nur selten in der Natur vor, — deshalb bieten uns auch unsere Brunenwasser keine löslichen Thonerdesalze. Wol aber sind die Quellwasser zu Zeiten getrübt durch Thon, eine unlösliche Verbindung von Thonerde und Kieselerde. Dem Brauer ist sie weder schädlich noch nützlich, — sie setzt sich im Wasser-Reservoir allmälig als Schlamm zu Boden, — will man das nicht abwarten, so darf man solch trübes Wasser getrost verwenden zur Speisung des Dampfkessels und beim Einmaischen, — nur nicht zur Verdünnung von Würzen und zum Ausfüllen des Bieres.

Eisen.

§. 93.

Das edelste von allen Metallen ist das Eisen, weil es — — ein nothwendiger Bestandtheil des Blutes ist. In 1000 Theilen Menschenblut ist etwa 1 Theil Eisen enthalten, — ohne diesen Eisengehalt ist das Blut krank (Bleichsucht junger Frauenzimmer). Freilich gebrauchen die Menschen das kalte Eisen auch wieder zum Vergießen von Menschenblut.

Was das Eisen als Metall betrifft, so wird das am verständlichsten werden im Anschluß an die nachfolgenden Metalle, die uns fast nur als Metalle Interesse bieten. Wir heben jetzt ein paar Verbindungen des Eisens hervor, welche (wie die vorhergehenden Stoffe) im Brauwasser enthalten sein können.

§. 94.

Das Eisen verbindet sich mit dem Sauerstoff in mehreren Verhältnissen. Die Verbindung von 1 Atomg. Eisen und 1 Atomgewicht Sauerstoff nennt man Eisenoxydul. Die Kohlensäure

bildet mit dem Eisenoxydul eine Verbindung, welche — ähnlich den entsprechenden Kalk- und Bittererde-Verbindungen — in Wasser unauflöslich ist, aber durch den Zutritt von noch 1 Atomg. Kohlensäure in Wasser auflöslich wird. Eine solche Auflösung von doppelt kohlensaurem Eisenoxydul im Wasser hat man Stahlwasser genannt und als Trank und Bad für abgelebte Leute benutzt. Diese Wässer bleiben auf Flaschen gezogen und wohlverkorkt klar, — läßt man sie aber an der freien Luft stehen, so lassen sie die sämmtliche Kohlensäure fahren und nehmen dagegen noch etwas Sauerstoff auf. Der Erfolg dieses Stoffwechsels ist, daß sich ein gelbbrauner Niederschlag bildet, der aus je 2 Atomg. Eisen mit 3 Atomg. Sauerstoff und Wasser verbunden besteht. In dem Wasser ist nun kein Eisen mehr enthalten. Also wird man auch ein solches Wasser ohne Widerrede zum Brauen verwenden können, wenn es im Wasserreservoir sein Eisen abgesetzt hat. Sollte aber auch wirklich das Wasser noch eisenhaltig sein, so wird beim Kochen dieser Rest ausgeschieden, weil nach dem Entweichen der Kohlensäure der Grund der Löslichkeit wegfällt, — das Wasser wird dann erst nach und nach gelblich trübe und der Eisenschlamm bleibt beim Einmaischen in den Trebern stecken.

§. 95.

Mit der Schwefelsäure bildet das Eisenoxydul eine Verbindung (1 At. Eisenoxydul und 1 At. Schwefelsäure), die unter Zuziehung von 7 At. Wasser in blaßbläulichen Krystallen erscheint und unter dem Namen „Eisenvitriol" im Handel vorkommt. — Den Zwecken der Brauerei ist dieses Salz in jeder Beziehung nachtheilig, — ein Wasser, welches auch nur die geringsten Mengen Eisenvitriol enthielte, müßte gemieden werden. Unsere Quellwasser nun enthalten freilich kein schwefelsaures Eisenoxydul, — kann sich demselben aber das Grubenwasser aus Bergwerken beimengen, in denen Schwefelkies (Schwefeleisen) enthalten ist, so ist der böse Gast da und stiftet allerhand Unheil an. Daß man es bei einem eisenhaltigen Wasser mit dem schwefelsauren (und nicht mit dem unschädlichen kohlensauren) Eisenoxydul zu thun hat, ersieht man auf folgende Weise. Das Wasser wird eine $^1/_4$ Stunde hindurch im Sieden erhalten (wobei sich das kohlensaure Eisenoxydul ausscheidet), filtrirt und in die klare Flüssigkeit einige Tropfen einer Tannin-(Gallusgerbsäure-)Lösung gebracht; — war Eisenvitriol im Wasser, so entsteht eine bläulich-

schwarze Trübung. — Trotz alledem hat der Eisenvitriol sogar eine Anwendung gefunden in Brauereien. Man setzt ihn in England dem Porterbier zu (etwa 4 Gramme auf 100 Litres Bier), um ihm einen schönen, standhaften und klebenden Schaum zu verschaffen! Eine solche Schmiererei kann durch Tannin leicht nachgewiesen werden.

§. 96.

Was das Eisen als Metall anlangt, so findet es sowol im reinen Zustande (als Stabeisen und Eisenblech) wie auch mit Kohlenstoff verbunden (als Gußeisen) Anwendung in den Brauereien.

Das Eisenblech hat sich mit Erfolg zum Konkurrenten des viel kostspieligern Kupferblechs aufgeworfen. Für manche Anwendungen (Darrplatten und Kühlschiff) liegt der Vorzug auf der Hand, da das Anlage-Kapital wesentlich verringert wird. Für andere Apparate (Braupfanne) kommt der Umstand, daß das Kupfer geschmeidiger ist, in dünnern Blechen verbraucht werden kann und bei stattgehabter Abnutzung des Apparats einen höhern Materialwerth behält, doch sehr in Betracht. Wir werden auf diese Frage später noch zu sprechen kommen, — hier interessirt uns eigentlich nur das Verhalten des Eisens als Stoff zu den Stoffen, welche in den Brauereien mit ihm in Berührung kommen. Die Darrplatten von Eisenblech oder Gußeisen verkehren mit Wasserdämpfen bei höherer Temperatur. Dabei bildet sich namentlich in den Löchern und Schlitzen der Bleche ein Ueberzug von Rost (Eisenoxyd mit Wasser verbunden); — hängt sich dieser zum Theil den durchfallenden Malzkeimen an, so erwächst dadurch keine Gefahr für die Gesundheit des damit gefütterten Viehes. Ganz anders aber ist's beim Kupfer, — da bildet sich Grünspan, der namentlich dem Rindvieh ein gefährliches Gift ist.

Die Maischbottiche macht man an vielen Orten von Gußeisen. Die Erfahrung hat gezeigt, daß sie von der Würze (welche stets etwas Säure enthält) nicht angegriffen werden. Da man aber hierbei das Metall nur wegen der leichter zu beobachtenden Reinlichkeit dem Holze vorgezogen hat, so kann man denselben Zweck billiger und besser erreichen durch Auskleiden der hölzernen Bottiche mit dünnem Kupferblech (s. die Dampf-Maischbottiche), welches ebenfalls nicht aufgelöst wird. — Die Läuterböden (Seihplatten in den Maischbottichen) macht man ganz zweckmäßig von Eisenblech. Zum Braukessel aber Eisenblech zu wählen, ist nicht rathsam, weil die Dichtungen nicht so gut aufrecht zu erhalten sind, wie beim Kupfer, — und weil das

Eisenblech durch die Abnutzung fast werthlos wird. — Die Kühlschiffe aus Kupfer zu machen, ist große Thorheit, weil ein eisernes Kühlschiff fast ebenso unvergänglich ist. Richtig ist (und das hat manche Brauer anfangs ängstlich gemacht), daß die auf einem neuen Kühlschiff liegenden ersten Würzen schwarz getrübt sind, weil etwas auf dem Blech sitzendes Eisenoxydul von der Würze aufgelöst wird und dann das suspendirt bleibende sowie das als Kühlgeläger abgesetzte gerbsaure Glutin ebenso schwärzt, wie die Eisenbeize der Schuster das Leder (gerbsaurer Leim). Aber diese Anschwärzung geht nach der Gährung in die Hefe über und das Bier ist tadellos von Farbe. Zudem findet sich diese Erscheinung nur bei den ersten Würzen, welche auf ein neues eisernes Kühlschiff gelegt werden, — allmälig bildet sich ein firnißartiger Ueberzug auf dem Metall und die Würze wird nicht mehr gefärbt. — Zu den Wandungen der Kühlapparate aber soll man nur Kupfer verwenden, weil es sich dabei um den raschen Durchmarsch des lästigen Wärmestoffs in der Würze durch die Wandungen des Kühlers in das Kühlwasser handelt, — und weil das Kupfer diesem Durchmarsch viel weniger Hindernisse in den Weg legt (ein besserer „Wärmeleiter" ist) als das Eisen. — Aus demselben Grunde ist denn auch das Eisen (in der Form der gezogenen Röhren) für die Dampfleitungsröhren dem Kupfer bei Weitem vorzuziehen.

§. 97.

Um das Eisen vor dem Rosten zu bewahren, überzieht man es mit Zink. Dabei tritt das Zink blos als Ersatzmann ein, — es verbindet sich mit dem Sauerstoff, und so lange noch metallisches Zink da ist, bleibt das Eisen unangefochten. Ist aber alles Zink zu weißem Rost geworden, so hat der Schutz seine Endschaft erreicht und auch das Eisen beginnt zu rosten. Die Anwendung solcher verzinkten Bleche als Darrplatten verdient deshalb nicht empfohlen zu werden.

Kupfer.

§. 98.

Dieser Stoff interessirt den Brauer lediglich durch seine Eigenschaften als Metall zur Herstellung von Braugeräthen. Bereits im Kapitel vom „Eisen" haben wir einiger seiner schätzbaren Eigenschaften in dieser Beziehung gedacht. Hier wollen wir namentlich hervor-

heben, daß die große Geschmeidigkeit des Kupfers gestattet, es in sehr dünne Bleche von durchaus gleichartiger Beschaffenheit auszuarbeiten, was bei Eisenblech in weit geringerem Maaße möglich ist. Eine dünnere Kesselwand wird auf der dem Feuer zugekehrten Seite niemals so heiß werden als eine dickere (die im Kessel enthaltene Flüssigkeit kühlt ja ab!), — deshalb aber wird ein dünneres Blech nicht so leicht durchgebrannt werden, als ein dickeres. Dazu kommt noch, daß das Kupfer ein weit besserer Wärmeleiter ist als das Eisen, also auch schon deshalb auf der dem Feuer zugekehrten Seite nie so heiß wird wie Eisen.

Einen gemeinsamen Feind haben Kupfer und Eisen als Kesselmaterialien, — es ist der im Brennstoff enthaltene Schwefel. In der Glühhitze werden beide durch die andringenden Schwefeldämpfe in spröde Schwefelmetalle umgewandelt.

Blei.

§. 99.

Dieses Metall wurde früher wegen seiner Biegsamkeit zur Herrichtung von Röhren u. s. w. häufig in den Brauereien benutzt. Man kann aber nur davon abrathen, weil fast alle Bleiverbindungen zu den heftigsten Giften gehören. Selbst das in neuerer Zeit eingeführte Verzinnen der Bleiröhren schließt an den Verbindungsstellen die Gefahr der Vergiftung nicht aus. Weshalb also jetzt nach einem solchen Material greifen, wo uns die Kautschukschläuche zu Dienste stehen!

Zinn.

§. 100.

Zinn als Ueberzug soll bekanntlich dem Rosten mancher Metalle vorbeugen, wodurch sie haltbarer werden und den Gefahren giftiger Metalle (Kupfer und Blei) begegnet werden soll. Kupferflächen, deren Säuberung mit Schwierigkeiten verbunden ist, zu verzinnen, ist zweckmäßig, — wo man aber das Kupfer leicht blank erhalten kann, ist die Verzinnung überflüssig.

Zink.

§. 101.

Zink ist seiner Wohlfeilheit wegen öfters zu Brauapparaten benutzt worden. Man hat Darrbleche von Zink gemacht, die ziemlich vergänglich

waren. Alle solche Anwendungen des Zinks, wobei höhere Temperaturen mit ins Spiel kommen, scheitern an dem Umstande, daß das Zink vor allen Metallen am stärksten sich ausdehnt beim Erwärmen. Deshalb bekommen die Darrplatten Hügel, — deshalb werden auch Kühlschiffe von Zink rasch undicht an den Löthstellen. Zu Kühlapparaten zum Nachkühlen der Würze kann man es eher verwenden, — nur ist dann seine Fähigkeit der Wärmeleitung gar so gering gegenüber dem Kupfer.

Mangan.

§. 102.

Dies Metall wird in seiner Verbindung mit 2 At. Sauerstoff unter dem Namen „Braunstein" häufig bergmännisch gewonnen. Es hat in der neuern Zeit Wichtigkeit bekommen für manche Brauerei, die mit Wasser geplagt ist, welches organische Substanzen enthält (s. Quellsäure). Diese Anwendung hat folgenden Grund.

Das Mangan ist im Stande, sich mit noch viel mehr Sauerstoff (in 2 Verhältnissen) zu verbinden als im Braunstein, — diese Verbindungen vereinigen sich dann mit Kali oder Natron zu leicht auflöslichen Salzen, sind also sogenannte Säuren. Die eine dieser Säuren ist die Mangansäure aus 1 At. Mangan und 3 Sauerstoff, — die andere die Uebermangansäure aus 2 At. Mangan und 7 At. Sauerstoff. Die Verbindung der Mangansäure mit Kali ist grün, — das übermangansaure Kali aber ist prachtvoll roth. Die grüne Auflösung wird an der Luft (unter Ausscheiden von Braunstein) roth.

Beide Säuren nun lassen die Sauerstoffmengen, wodurch sie zu Säuren geworden sind, außerordentlich leicht wieder fahren, namentlich bei Berührung mit organischen Körpern; — ein Stückchen Papier oder Holz zersetzt sie, weshalb sie auch in gläsernen oder steingutenen Flaschen aufbewahrt werden müssen. Nach der Zersetzung ist das Kali in der Auflösung und am Boden liegt Braunstein. Die Nutzanwendung davon s. beim „Wasser".

Schließlich haben wir noch zu betrachten einige Verbindungen des

Silicium

§. 103.

oder Kieselmetalls. Dieser Stoff ist wol nächst dem Sauerstoff der auf unserm Erdball am meisten verbreitete. Seine Verbindung mit

dem Sauerstoff ist die unter den verschiedensten Formen (als: Bergkrystall, Quarz, Feuerstein u. s. w.) weltbekannte Kieselerde. Es ist ein in Wasser unauflöslicher Körper, der deshalb auch in der Form des reinen Quarzsandes zur Filtration (Trennung von trübenden Substanzen) des Wassers verwendet wird.

Tritt aber die Kieselerde aus irgend einer Verbindung aus in Gegenwart von Wasser, so ist sie nicht ganz unauflöslich im Wasser. Sie bildet dann meistens eine Gallerte, die sich zu einem weißen Pulver austrocknen läßt. Dieses Pulver (eine Verbindung der Kieselerde mit Wasser) ist wiederum — wenn auch nur in geringer Menge — im Wasser auflöslich. Dies ist denn auch die Form, in welcher viele Quellwasser Kieselerde enthalten. Durch bloßes Erhitzen solchen Wassers scheidet sich die Kieselerde nicht aus, aber beim Eindampfen trübt es sich und die ausgeschiedene Kieselerde setzt sich schwer zu Boden. Für den Brauprozeß ist die Kieselerde im Wasser nicht hinderlich; — werden aber beim Gährprozeß nicht alle Vorsichtsmaaßregeln zur Erzielung eines klaren Bieres angewandt, so neigt das Bier (wegen der lockern Beschaffenheit der beim Würzekochen ausgeschiedenen Kieselerde) sehr zum „Staubigwerden".

§. 104.

Mit dem Kali und dem Natron geht die Kieselerde viele interessante Verbindungen ein, die den Hauptbestandtheil des Glases bilden. Bei diesem Produkt muß das Mischungsverhältniß natürlich so genommen werden, daß das Glas in den gewöhnlichen Flüssigkeiten unauflöslich ist*). Verringert man die Menge der Kieselerde, so kommt man endlich bei einem Verhältniß an, bei welchem sich das im Feuer geschmolzene und nach dem Erkalten gepulverte Glas in kochendem Wasser auflöst. Diese Verbindung wurde 1818 vom Professor Fuchs in München entdeckt und „Wasserglas" genannt. Die Wasserglas-Auflösung verdient von den Brauern besser in's Auge gefaßt zu werden, als bisher geschehen ist, weil sie im Stande ist, Mörtelanstriche und Steine fast unverwüstlich zu machen. Wir wollen die Sache deshalb etwas ausführlicher besprechen.

Legt man ein Stück Kreide einige Tage lang in eine mit Regen-

*) In neuerer Zeit wendet man dicke gegossene Glasplatten an zur Bedachung der Brauhäuser. Die Spiegelfabrik in Mannheim (s. Bierbrauer 1862 S. 141) liefert solche.

wasser verdünnte Auflösung von Wasserglas, so färbt es sich etwas dunkler und wird derart verkieselt, daß es am Stahl Funken giebt. Der hier vorgehende Prozeß ist ein einfacher Austausch der Bestandtheile; — Wasserglas ist Kieselerde und Kali (oder Natron), Kreide ist Kohlensäure und Kalk, die verkieselte Kreide ist Kieselerde und Kalk, — es restirt also eine Verbindung von Kali (oder Natron) mit Kohlensäure, sie ist im Wasser auflöslich und wird abgewaschen. Diese Erfahrung nun ist es, die man benutzt, um Steine, Cement, Mörtel kieselhart zu machen. Die Praxis dieser wichtigen Operation mag hier gleich folgen, nachdem wir dem Wasserglas als Handelsartikel noch einige Worte gewidmet haben.

Wasserglasfabriken existiren an mehreren Plätzen in Deutschland, z. B. die des Dr. Marquart in Bonn, des Grafen Wurmbrand in Weisgrün bei Prag, W. E. Fikentscher in Redwitz (Bayern). Jede dieser Fabriken giebt ihrem Produkt eine Gebrauchs-Anweisung bei, worin das Verhältniß der Verdünnung mit Regenwasser genau angegeben ist.

Die zu präparirende Fläche (Wand oder Fußboden) wird zuerst möglichst glatt mit Kalk (oder kalkhaltigen Farben) verputzt und nach dem Abtrocknen mit der Wasserglas-Auflösung wiederholt angestrichen. Ist die Verkieselung vollständig da, so muß man wiederholt mit Wasser abwaschen, bis beim Abtrocknen keine salzige Auswitterung mehr zu bemerken ist. — Auch die vortrefflichen Soolenhofer Platten bekommen durch diese Präparation noch größere Vorzüge.

Es braucht wol kaum daran erinnert zu werden, welche Vortheile diese Behandlung den Weichkufen, den Malztennen, dem Grande, der Sohle des Lagerkellers 2c. bietet.

In der Feuerungskunde kann das Wasserglas zuweilen vortreffliche Dienste leisten als Kitt für Metallflächen, die der Hitze ausgesetzt werden. Man vermengt es zu dem Ende mit etwas fein gepulverter Knochenerde (sogenanntem präparirten Hirschhorn) und treibt den Brei in die Fugen ein. Die Masse erhärtet und schmilzt in starker Hitze. Sie läßt sich deshalb auch zum Schutz gegen das Durchbrennen der Roststäbe benutzen.

§. 105.

Der Kieselerdegehalt einiger thonigen Kalksteine spielt eine für die Braukunst wichtige Rolle. Solche Kalksteine (Cementsteine) nämlich, wenn sie gebrannt, gepulvert und mit Wasser zum Mörtel

angemacht werden, bilden eine Masse, welche — namentlich unter Wasser — erhärtet. Lediglich dem Kieselgehalt hat man dieses Erhärten zu verdanken, — und es versteht sich von selbst, daß man den erhärteten Cement durch einen Wasserglasanstrich noch härter machen kann.

---

§. 106.

Hieran schließt sich eine lange Reihe von Stoff-Verbindungen, die für die Bierbrauerei am wichtigsten sind und die schon aus diesem Grunde als eine abgesonderte Gruppe behandelt zu werden verdienen. Aber man pflegt sie auch in den chemischen Lehrbüchern in eine besondere Gruppe, die man

organische Körper

nennt, einzureihen. In der That zeigen diese Körper einige Eigenthümlichkeiten, durch welche sie sich von den Körpern der andern Gruppe, die man unorganische genannt hat (und zu welchen die bisher betrachteten Stoffe gezählt werden), scharf abtrennen.

Alle diese Körper bestehen durch die Vereinigung von nur sehr wenigen Stoffen. Viele davon enthalten blos Kohlenstoff und Wasserstoff. Andere enthalten daneben noch Sauerstoff. In wieder anderen Körpern finden wir auch Stickstoff. Und nur in einigen wenigen organischen Körpern spielen auch der Schwefel und der Phosphor eine wesentliche Rolle. Daraus ist ersichtlich, daß — weil die zuerst genannten 4 Stoffe und der Schwefel bei Gegenwart von Sauerstoff vollkommen verbrennlich sind — sie sich auch ohne Rückstand verbrennen lassen und nur der allenfalsige Phosphorgehalt dabei zurückbleibt.

Eine zweite Eigenthümlichkeit der organischen Körper beruht darin, daß der Kohlenstoff stets mit wenigstens zwei Atomgewichten in die Verbindung eintritt und daß niemals so viel Sauerstoff vorhanden ist, daß dieser Kohlenstoff auf dessen Kosten zu Kohlensäure verbrennen könnte. Folge davon ist, daß beim Erhitzen dieser Körper unter Abschluß der Luft stets Kohlenstoff ausgeschieden wird, — sie schwärzen sich, sie werden „verkohlt".

§. 107.

Bei dem Umstande, daß die Bestandtheile der organischen Körper meistens mit sehr vielen Atomgewichten in die Verbindung eintreten, ist natürlich auch eine große Mannigfaltigkeit in der Anordnung der-

selben möglich. Es werden deshalb bei Gegenwart gleicher Bestandtheile Körper hervortreten, die wegen der *verschiedenen Anordnung* der Bestandtheile sehr *verschiedene Eigenschaften* haben. Zur Erläuterung möge hier hingewiesen werden auf einige Körper, welche sämmtlich aus der Vereinigung von 12 At. Kohlenstoff, 10 At. Wasserstoff und 10 At. Sauerstoff hervorgehen und für die Brauerei von Wichtigkeit sind. Da haben wir das Stärkemehl, das Dextrin (oder Gummi), die Zellstoffe, die Milchsäure u. a. m. Wie himmelweit verschieden sind die Eigenschaften dieser Körper! Aber wie groß auch ist die Mannigfaltigkeit, welche in der Anordnung dieser Bestandtheile herrschen *kann* und eine Verschiedenheit der Eigenschaften der Verbindung hervorrufen *muß*. Man denke sich doch nur einige solcher Variationen. Geben wir jedem Stoffe sein chemisches Zeichen, so können entstehen

$$\left\{\begin{array}{cccccccccc} C & C & C & C & C & C & C & C & C & C \\ H & H & H & H & H & H & H & H & H & H \\ O & O & O & O & O & O & O & O & O & O \end{array}\right\}$$

Oder

$$\left\{\begin{array}{cccccccccc} C & C & C & C & C & C & C & C & C & C \\ O & O & O & O & O & O & O & O & O & O \\ H & H & H & H & H & H & H & H & H & H \end{array}\right\}$$

Oder

$$\left\{\begin{array}{cccccccccc} H & H & H & H & H & H & H & H & H & H \\ C & C & C & C & C & C & C & C & C & C \\ O & O & O & O & O & O & O & O & O & O \end{array}\right\}$$

Oder

H C O H C O H C O u. s. w.

oder

C H O C H O C H O u. s. w.

Es wird genügend sein, den Einfluß der Anordnung der Atome hier erwähnt zu haben. *Wie* die Anordnung derselben in einem gegebenen Falle sein wird, darüber kann die Wissenschaft dermalen keine Antwort geben.

Aber eines Naturgesetzes, zu dessen Anwendung wir bisher keine Gelegenheit hatten, muß jetzt gedacht werden, weil wir demnächst die schlagenden Belege dafür haben (s. die Zelle und ihr Leben). Es lautet: *Wenn die bestehende Staatsordnung der Stoffverbindungen in Auflösung begriffen oder aus den Fugen gegangen ist, so schaaren sich die zerfahrenen Elemente um den Stoffklub, welcher sich bereits konstituirt* **hat,** *und gestalten sich* **ebenso.**

§. 108.

Der bessern Uebersicht wegen sollen die Körper von gleicher oder ähnlicher Zusammensetzung in Unterabtheilungen zusammengestellt werden.

I. Kohlenhydrate.

Die hierher gehörigen Körper enthalten keinen Stickstoff. Der Wasserstoff und Sauerstoff derselben stehen zu einander in demselben Verhältniß, wie im Wasser, so daß man die Körper als Verbindungen von Kohlenstoff und Wasser (Kohlenhydrate) betrachten kann.

§. 109.

1. Die Zellstoffe.

Zellen nennt man jene kleinen Bläschen, welche gleichsam die Bausteine bilden, aus denen die Pflanzen (so wie auch die thierischen Gebilde) zusammengesetzt sind. Eine Pflanzenzelle in ihrer einfachsten Form, und selbständig lebend, ist die Unterhefe, wie später nachgewiesen werden soll. Hier kommt es nur darauf an, zu merken, daß eine solche Zelle überhaupt feste Wandungen (mit verschiedenen festen Beimengungen) und einen flüssigen Inhalt hat. Man hat den Körper, aus welchem die Wandungen der Pflanzenzellen bestehen, Zellstoff, Cellulose oder Pflanzenfaser genannt.

Allerdings ist der Körper der Zellenwände der Hauptsache nach unlöslich in den meisten Lösungsmitteln. Doch ist das Verhalten bei verschiedenen Zellen nicht gleich. Es giebt Zellstoff, welcher sich in dem einzigen bis jetzt bekannten Lösungsmittel für diese Substanz (die blaue Flüssigkeit, welche durch Auflösen von Kupferoxyd in Salmiakgeist entsteht) nicht auflöst und auch unter den Einflüssen des Einmaischens nicht verzuckert wird, — es giebt anderen Zellstoff, welcher sich im Kupferoxyd-Ammoniak zwar löst, aber der Verzuckerung widersteht; — es giebt Zellstoff, welcher unschwer in Zucker überzuführen ist; — es giebt endlich Zellstoff (und dahin gehören die Wandungen der Zelle, in denen das Stärkemehl der Getreidearten eingeschlossen ist), welcher fast gallertartig ist und (beim Keimen z. B.) leicht flüssig wird. Mit Recht reden wir also ganz im Allgemeinen von Zellstoffen, da der Uebergang des einen Zellstoffs ins Lager des andern so allmälig ist, daß er sich der chemischen Scheidung bisher widersetzt hat.

Es wäre für die Brauerei von ungeheurem Interesse, die Umstände kennen zu lernen, unter denen beim Malzen — welches mit Zollstoffbildung auf Kosten nutzbarer Substanzen verbunden ist — ein der Zuckerbildung zugänglicher Zellstoff entsteht. Allein da sind unsere Erfahrungen noch gar ärmlich.

§. 110.

Im Uebrigen ist für uns nur Folgendes über die Cellulose von Interesse.

Mit dem Jod bildet dieselbe (ebenso wie Stärkemehl und Kleister, s. S. 116) eine blaue Verbindung. Man würde deshalb einen Irrthum begehen, wenn man aus dem Umstande, daß die Treber durch Befeuchten mit Jodwasser noch blaue Zeichnungen erkennen lassen, unter allen Umständen auf einen Stärkemehl-Gehalt derselben schließen wollte.

Der Futterwerth der Zellstoffe ist natürlich verschieden, je nach ihrem chemischen Verhalten, und ist im Allgemeinen gering. Aber auch die unlöslichste Cellulose kann in den complicirten Verdauungsapparaten des Rindviehs dem Andrang nicht widerstehen und wird zum Theil verdaut; — das Schwein dagegen befaßt sich nicht viel damit und liefert die Zellstoffe auf die Miststätte ab.

Außerdem noch sind die Zellstoffe das weitaus verbreitetste Brennmaterial. Der Werth des Brennholzes ist wesentlich bedingt durch den Gehalt desselben an unverändertem, trocknem Zellstoff.

Mögen wir die Zusammensetzung der Cellulose nach Vorgang einiger Chemiker als 12 Kohlenstoff, 10 Wasserstoff und 10 Sauerstoff — oder (nach Mulder) als 24 Kohlenstoff, 21 Wasserstoff und 21 Sauerstoff annehmen, — immerhin bleibt sie ein Kohlenhydrat.

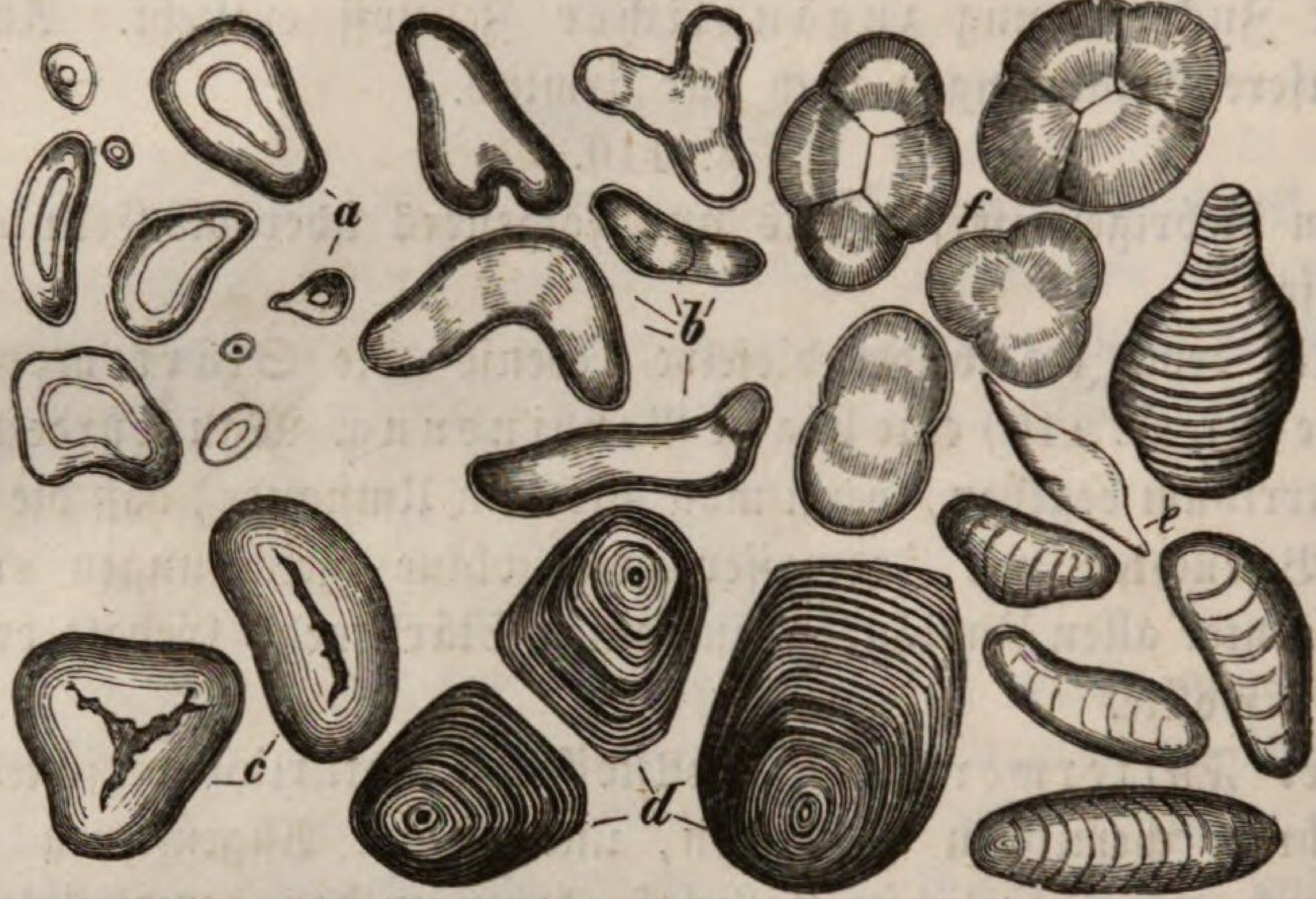
2. Die Stärkemehl-Arten.

§. 111.

Es giebt vielleicht keine Pflanze (ausgenommen die Pilze), in deren Zellen (s. §. 221) man nicht Stärkemehl gefunden hätte. Freilich zeigt sich in Folge der verschiedenen Abstammung auch eine außerordentliche Verschiedenheit in der Form der Stärkemehl-Arten. Darin aber kommen sie alle überein, daß es kleine, durchscheinende, farblose Körnchen sind, deren Durchmesser zwischen $1/_{120}$ bis $1/_{2000}$ Millimeter schwankt. Unter den bekannteren Pflanzen führen die Kartoffeln die größten, die Hirse die kleinsten Stärkemehlkörner. Die

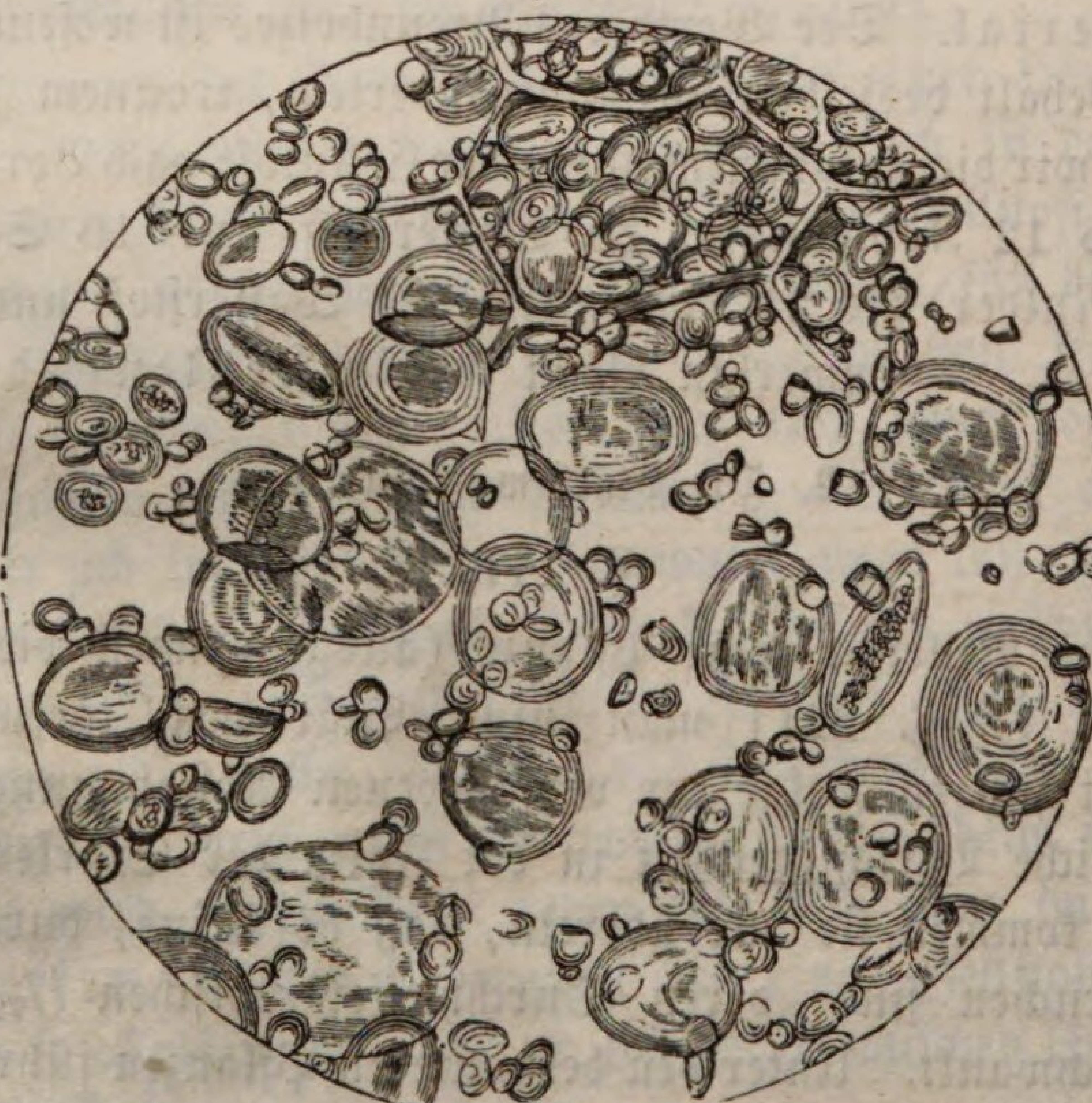
nachstehenden Bilder zeigen verschiedene Stärkemehlsorten durch das Mikroskop (bei gleicher 200facher Vergrößerung). Man ersieht daraus die Verschiedenheit der Form und Größe, je nach der verschiedenen Abstammung.

Fig. 47.



Verschiedenartige Stärkemehlkörner in 200facher Linearvergrößerung.
a, b, c Bohnenstärke, d Kartoffelstärke, e Galgantwurzelstärke, f Sassaparillwurzelstärke.

Fig. 48.

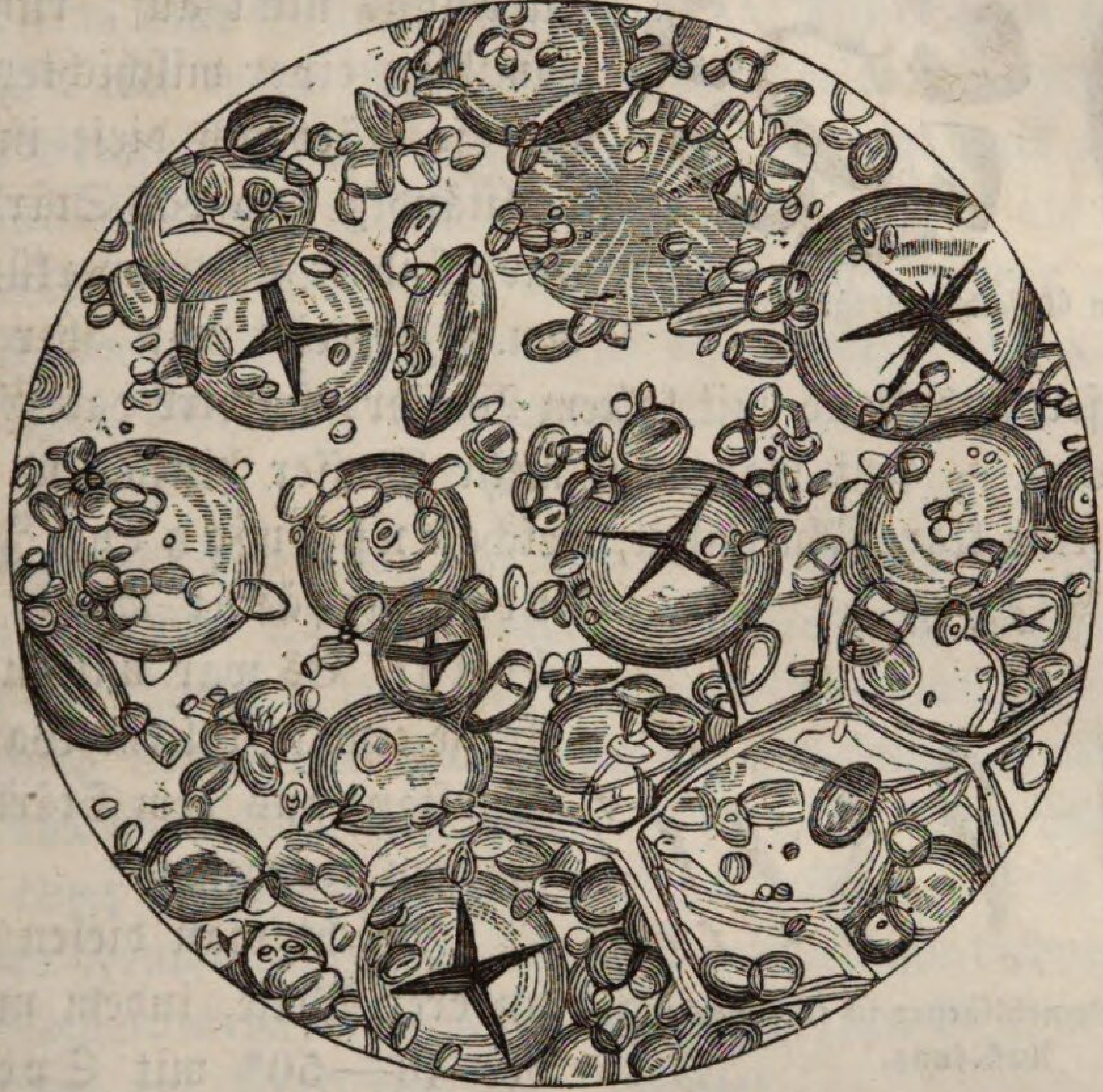


Weizenstärke (120fache Linearvergrößerung).

§. 112.

Die Abbildungen zeigen einen auffallenden Unterschied zwischen dem Stärkemehl der Kartoffel und der Getreidearten. Bei der erstern

Fig. 49.



Roggenstärke (420fache Linearvergrößerung).

hat man Körnchen von allen Größen und kann sich daraus das allmählige Heranwachsen durch Ablagerung neuer Schichten, die sich schuppenartig übereinander befinden, verdeutlichen. Bei den Getreidearten dagegen finden wir diese Mittelstufen nicht, — es sind nur große und ganz kleine, linsenförmige Körner vorhanden. Schichtenbildung ist bei letzterer nur selten zu bemerken. Eine Ausnahme macht die Haferstärke, bei welcher man eine schwache netzförmige Zeichnung auf den Körnern bemerkt (Fig. 51 a in 600facher Vergrößerung); bei leichtem Druck zerspringt ein sol-

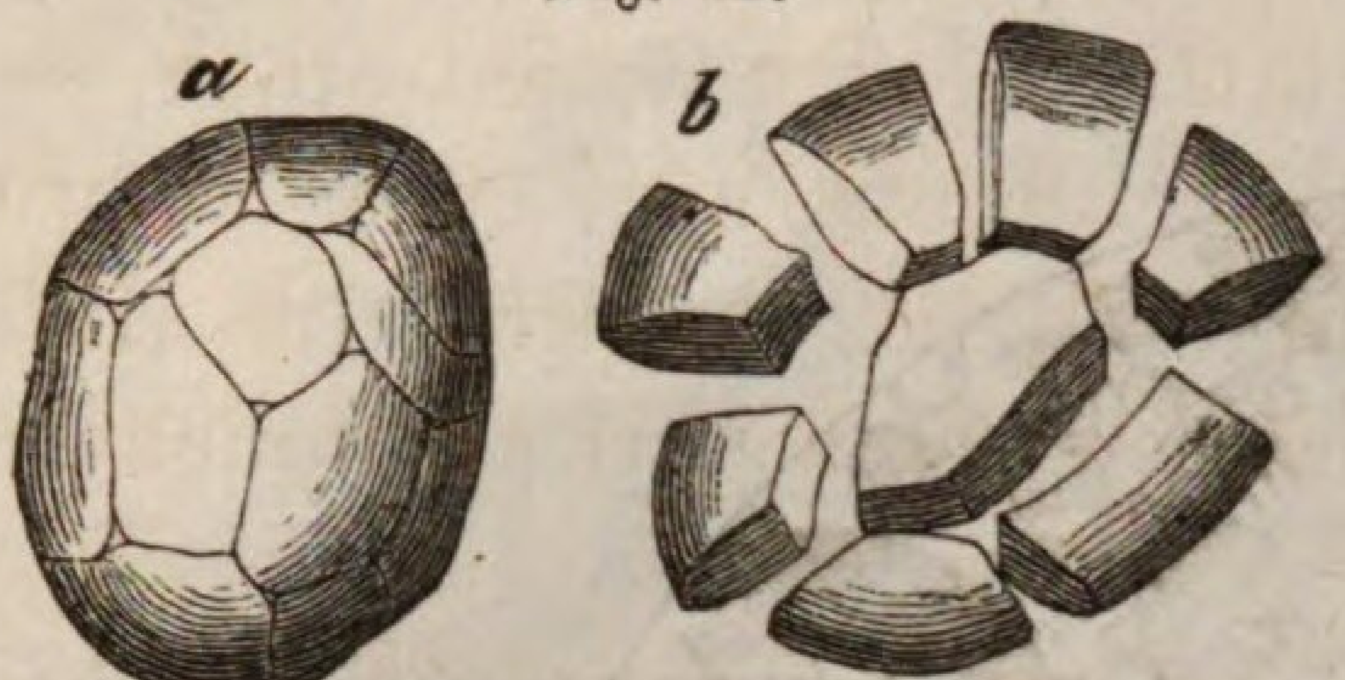
Fig. 50.



Kartoffelstärke verschiedener Größe.

ches Korn in scharfkantige Stücke, wie b in Fig. 51; dieses Zerspringen des Stärkemehls tritt auch ein durch das Keimen eines Haferkorns.

Fig. 51.



Haferstärke in 600facher Vergrößerung.

Im Wasser löst sich das Stärkemehl bei gewöhnlicher Temperatur allerdings nicht auf; rührt man es damit zu einer milchichten Flüssigkeit an, so klärt sich diese in der Ruhe vollständig und das Stärkemehl liegt unverändert und unverkürzt am Boden. Zerreibt man aber dasselbe in einem Mörser anhaltend mit kaltem Wasser, so wird das Gemenge erst schleimig, und — setzt man nun mehr Wasser hinzu und filtrirt, so erhält man eine klare Flüssigkeit, welche auf Zusatz von Jodwasser blau gefärbt wird und klar bleibt. Es war mithin auf diesem Wege eine in kaltem Wasser lösliche Substanz aus dem Stärkemehl ausgezogen worden.

Fig. 52.



Kartoffel-Stärkemehlkörner in fortschreitender Auflösung.

Macht man diesen Versuch in anderer Weise, indem man dasselbe bei 40—50° mit Speichel vermengt stehen läßt, so wird derselbe Stoff ausgezogen und das so behandelte Stärkemehlkorn erscheint dennoch unter dem Mikroskop mit allen seinen Schichten. Das beistehende Bild zeigt ein so behandeltes Kartoffel-Stärkemehlkörnchen in 400facher Vergrößerung.

§. 113.

Die Substanz, welche hierbei in Auflösung übergeht, hat man Granulose genannt und bezeichnet die viel schwerer löslichen Schichten des Stärkemehls, welche wiederum den allmäligen Uebergang bilden zu den Zellstoffen, als Amylo-Cellulose (d. h. stärkemehlartiger Zellstoff); durch Jodwasser wird sie ebenfalls blau gefärbt.

In ihrer chemischen Zusammensetzung stimmen beide überein, — sie bestehen gleich dem Zellstoff aus 12 Kohlenstoff, 10 Wasserstoff und 10 Sauerstoff. Im Uebrigen sind unsere Kenntnisse über die Granulose noch sehr mangelhaft. Sicher aber spielt das relative Verhältniß zwischen Granulose und Amylo-Cellulose eine große Rolle beim Malz- und Maischprozeß, über die späterhin einige Andeutungen erfolgen werden.

§. 114.

Sehr charakteristisch ist das Verhalten des Stärkemehls zu heißem Wasser. Die Körnchen schwellen dadurch derart auf, daß die bisherigen Strukturverhältnisse der Stärke aus den Fugen gehen, — es entsteht eine dicke Gallerte (Kleister). Rührt man einen solchen Stärkekleister mit mehr Wasser an und filtrirt, so geht eine Auflösung der Granulose durch's Filter, aber die nun stark aufgequollene Amylo-Cellulose bleibt zurück.

Getrockneter Kleister quillt in Wasser nicht wieder auf. Daher der Verlust, wenn feuchtes Malz auf der Darre durch zu jähe Hitze in Stein- oder Glasmalz verwandelt, d. h. verkleistert ist.

§. 115.

Die Temperaturen, bei denen die Kleisterbildung eintritt, sind bei den Stärkemehlarten verschiedener Abstammung sehr verschieden. Offenbar tritt diese Umwandlung am leichtesten d. h. bei der niedrigsten Temperatur ein, wenn die Stärkemehlkörnchen verhältnißmäßig viel Granulose enthalten, — so z. B. wird Malzstärkemehl schon bei einer Temperatur von 48° verkleistert. Das Stärkemehl verschiedener Fruchtgattungen erheischt zur Kleisterbildung ungefähr folgende Temperaturen, von denen die erstere den Beginn, die andere die Vollendung der Verkleisterung andeutet.

Gerstenmalz	48 — 50°		Kartoffel	58¾ — 62½	
Roggen	50 — 55		Reis	58¾ — 61¼	
Mais	55 — 62½		Weizen	65 — 67½	
Gerste	57½ — 62½		Buchweizen	68¾ — 71¼	

§. 116.

Die Granulose ist jener lösliche Bestandtheil des Stärkekleisters, welchen Balling „Dextrin" genannt hatte, während er den längst unter dem Namen „Dextrin" bekannten Körper jetzt als Dextrin-Gummi bezeichnete. Es ist dadurch einige Verwirrung in die Nomenklatur gekommen, deren Beseitigung nothwendig wird. Nenne man also Balling's Dextrin fortan Granulose.

Wird einer Auflösung von Granulose etwas Kupfervitriollösung und dann soviel Kali zugesetzt, bis der Anfangs entstandene blaue Niederschlag wieder aufgelöst ist, so findet beim Erhitzen dieser Mischung eine Zersetzung statt, — die Flüssigkeit wird erst gelb und dann roth getrübt, der rothe Niederschlag ist Kupferoxydul. Diese interessante Probe rührt von Trommer her.

§. 117.

Die Auflösung der Granulose wird durch Gerbsäure gefällt und man hat deshalb geglaubt, daß der unverzuckerte Stoff der Würze im Kessel, welcher sich noch durch die Jodprobe zu erkennen giebt, vermittelst der Gerbsäure des Hopfens beseitigt werde und dann keine Gefahr bereiten könne. Das beruht aber auf einem Irrthum, weil die Granulose so lange nicht gefällt wird durch Gerbsäure, als noch Eiweißstoffe vorhanden sind, und diese müssen ja in jedem Biere bleiben.

§. 118.

Daß der Brauer die Gegenwart der Granulose im Biere mit Aengstlichkeit zu meiden sucht, hat seinen guten Grund. Eine Auflösung der Granulose wird nämlich je nach der Temperatur in längerer oder kürzerer Zeit sauer, — die hierbei entstehende Säure ist Milchsäure, welche mit der Granulose gleiche Zusammensetzung hat (s. Milchsäure).

Was die Amylo-Cellulose anlangt, so bildet sie allerdings — wie schon erwähnt — eine Uebergangsstufe zu den Zellstoffen. Dennoch unterscheidet sie sich von denselben durch ein sehr auffallendes chemisches Merkmal, — sie ist nämlich in Kupferoxyd-Ammoniak (s. §. 109) unauflöslich. Auch enthält sie mehr oder weniger Eiweißstoffe in Verbindung, — die Rückstände (sogenannte Tegumente) von der Verzuckerung des Stärkemehls mit Schwefelsäure verbrennen (wie alle Eiweißstoffe) mit dem Geruch nach verbrannten Federn.

Die für die Brauerei wichtigste Eigenschaft der beiden Stärkemehl-Bestandtheile ist die leichte Umwandlung derselben in eine Reihe von Kohlen-Hydraten, zu deren Betrachtung wir später übergehen.

Man erhält die jeder Pflanze zugehörige Stärkemehlart, wenn man die stärkehaltigen Theile derselben zerquetscht oder zerreibt, mit Wasser anrührt und diese Masse in einem leinenen Tuche unter öfters erneuertem Wasser ausknetet. Die Stärkemehl-Körnchen gehen mit dem Wasser durch die Oeffnungen der Leinwand und setzen sich aus der Flüssigkeit in der Ruhe zu Boden; durch öfteres Auswaschen mit reinem Wasser reinigt man sie von fremden Beimengungen. Auf diese Weise verschafft man sich auch

3. das Inulin,

§. 119.

eine Stärkemehlart, welche sich von den bisher besprochenen in auffallender Weise unterscheidet. Es bildet nämlich mit siedendem Wasser keinen Kleister, sondern löst sich in demselben vollkommen auf.

Beim Erkalten scheidet sich eine weiße pulverige Masse aus, welche unverändertes Inulin ist, — ein Theil des Inulins aber ist durch dieses Erhitzen in Glykose (s. §. 129) umgewandelt und bleibt in der Flüssigkeit gelöst.

Diese ungemein leichte Verzuckerungsfähigkeit macht das Inulin zu einem werthvollen Material für die Bierbrauerei, sobald dasselbe als Marktwaare zu annehmbaren Preisen zu haben sein wird. Der aus Inulin dargestellte Zucker zeigt einige Abweichungen von den übrigen Stärkezuckerarten, die bei „Glykose" zur Sprache kommen.

Mit Jod bildet das Inulin keine blaue Verbindung, wie alle anderen Stärkemehlarten.

Auch zum Kupferoxyd-Ammoniak zeigt das Inulin ein anderes Verhalten als die übrigen Stärkearten: es löst sich in demselben auf und scheidet sich nach einiger Zeit zum Theil wieder daraus ab. — Beim Kochen mit Kupfervitriol und Kali wird rothes Kupferoxydul abgeschieden.

Das Inulin findet sich hauptsächlich in den Wurzeln der Pflanzenfamilie der Compositen (die 19. Klasse Linné's), in der sich manche zu diesem Zwecke kulturfähige Gewächse befinden, z. B. die Cichorie (Cichorium intybus), die Georgine (Dahlia variabilis), die Topinambur (Helianthus tuberosus) u. a. m. — In Belgien wird in neuerer Zeit Inulinsyrup (s. III §. 38) fabricirt, — es ist mir aber bislang nicht bekannt geworden, welches Material man dazu benutzt.

4. Hordeïn.

§. 120.

So hat man die Stärkemehlart genannt, welche in der Gerste (die im Lateinischen Hordeum heißt) neben der gewöhnlichen Gerstenstärke enthalten sein sollte. Aeltere Chemiker theilen diesem Hordeïn eine bedeutsame Rolle beim Malzprozeß zu, die aus folgender Uebersicht zu ersehen ist. Proust sagt, daß enthalten sind in 100 Theilen

	ungekeimter Gerste	gekeimter Gerste
Stärkemehl	32	56
Hordeïn	55	12
Gummi	4	15
Zucker	5	15
	96	98

Auf diese in jeder Beziehung ungenügende Analyse (bei der von Zellstoffen, Eiweißstoffen und Aschenbestandtheilen gar keine Rede ist!)

hat man sich auffallender Weise noch in der neuesten Zeit berufen, um die Vorzüge eines neuen Verfahrens zur Rohfrucht-Brauerei mehr hervorzuheben. Man hat nämlich gesagt, daß das Hordeïn beim Einmaischen einen aromatischen und zuckersüßen Zucker, ähnlich dem Honigzucker, liefere. Da nun durch's Malzen eine große Portion Hordeïn verschwindet und in gewöhnliches Stärkemehl übergeht, so würde gerade der kostbarste Bestandtheil der Gerste verloren gegangen sein. Deßhalb stehen denn auch — wie erzählt wird, s. „Bierbrauer" Jahrgang 1861 S. 131 — die aus 16 Gewichtstheilen roher Gerste gebrauten Biere in Bezug auf Klarheit, Vollmundigkeit und feinen Geschmack schon nach 15 Tagen höher, als ein aus 22 Gewichtstheilen Malz gebrautes Bier nach 3 Monaten. Dieses so glänzende Resultat hat mich veranlaßt, meine älteren und neueren Erfahrungen über das Gerstenstärkemehl mit den Resultaten Mulders zu vergleichen, um über die Natur des gepriesenen Hordeïn in's Klare zu kommen.

§. 121.

Wenn man fein gemahlene Gerste in einem leinenen Beutel unter öfters erneuertem Wasser gerade so ausknetet, wie man es bei anderen Getreidearten, z. B. dem Weizen, macht, um das Stärkemehl abzuscheiden, so setzt sich aus dem Wasser ein Stärkemehl ab, welches von seinen fremden Beimengungen durch Auswaschen nicht zu befreien ist. Erst nachdem es mit verdünnter Kali- oder Natronlauge oder Ammoniak einige Zeit in Berührung gewesen und mit Wasser ausgewaschen ist, setzt sich das schwere Gerstenstärkemehl zu Boden und kann von den darauf liegenden Zellstoffen getrennt werden. Durch diese Operation ist der unreinen Gerstenstärke nichts Anderes entzogen als eine Portion in Wasser unlösliche Eiweißstoffe. Die Beimengung dieser Eiweißstoffe mag allerdings die Umwandlung des unreinen Stärkemehls in Zucker erschweren und so zu der Sage vom Hordeïn Veranlassung gegeben haben.

§. 122.

Die vorerwähnten Stärkemehlarten gehen unter gewissen Verhältnissen in andere Formen über, — sie bleiben nach wie vor Kohlenhydrate, aber ihre Eigenschaften sind anders worden. Die Umstände, unter denen diese Umwandlung des Stärkemehls vor sich geht, sind sehr verschieden, auch äußert sich die Wirkung bei verschiedenen Stärkemehlarten in sehr verschiedener Weise.

Was die Produkte der Umwandlung anlangt, so pflegt man sich auf wenige zu beschränken, — man spricht von einer Umwandlung des Stärkemehls in Kleister, des Kleisters in Dextrin, des Dextrins in Glykose. Zwischen diesen wenigen Stationen aber lagert eine lange Reihe von Verbindungen, deren Natur bis jetzt noch zu wenig erforscht ist. Ehedenn wir uns zum *Dextrin* wenden, wollen wir über

5. die Zwischenstufen zwischen Stärkemehl und Dextrin

§. 123.

Einiges bemerken.

Die Umstände, unter denen diese Umwandlungen stattfinden, sind: *Wärme* oder die Gegenwart gewisser *Eiweißstoffe* oder beide zugleich, — ferner das Kochen mit sehr verdünnter Schwefelsäure. Je nachdem man den einen oder anderen Weg einschlägt, erfolgt die Umwandlung schneller oder langsamer und die erwähnten Zwischenstationen machen sich in letzterem Falle leichter bemerkbar. Am belehrendsten ist die Umwandlung durch *Schwefelsäure*.

Wenn man zu einer kochenden Mischung aus 100 Theilen Wasser und 2 bis 3 Theilen Schwefelsäure nach und nach kleine Portionen von Kartoffelstärke, die mit Wasser zu Brei angerührt war, zusetzt und dafür sorgt, daß das Sieden nicht unterbrochen wird, so tritt keine Kleisterbildung ein. Läßt man die Flüssigkeit nun erkalten, so setzt sich am Boden eine Substanz ab, welche nichts Anderes ist als *Amylo-Cellulose*, — die klar filtrirte Flüssigkeit wird durch Jod blau gefärbt; wir müssen also die Gegenwart von Granulose annehmen. Erhitzt man diese Auflösung zum Sieden und prüft von Zeit zu Zeit mit Jodwasser, so zeigt sich, daß die blaue Färbung allmälig ins Weinrothe übergeht, — durch diese Aenderung einer Eigenschaft zeigt sich offenbar die Gegenwart eines neuen Körpers, auf dessen Studium man bis jetzt keinen Werth gelegt hat. Nach fortdauerndem Erhitzen tritt ein Punkt ein, wo das Jodwasser keine Färbung mehr bewirkt. Entfernt man nun die Schwefelsäure vollständig (indem man z. B. kohlensaure Baryterde zusetzt, bis kein Aufbrausen mehr erfolgt, und dann filtrirt), so erhält man eine Flüssigkeit, die sich in mancher Hinsicht wie Dextrin verhält, — sie wird z. B. durch überschüssigen Alkohol niedergeschlagen, dagegen durch Gerbsäure nicht, — ganz wie beim Dextrin. Setzt man aber eine Auflösung von Jod-

in Jodkalium*) hinzu, so entsteht eine weinrothe Färbung, — bei Dextrin aber nicht.

§. 124.

Würde man diese Auflösung wiederum mit etwas Schwefelsäure versetzen und noch einige Zeit fortsieden lassen, so lange, bis sich bereits durch den süßen Geschmack auch die Gegenwart von Zucker verräth, so erhielte man durch die eben erwähnte Operation (und nachdem man den Zuckergehalt durch Zusatz von etwas Hefe und Gährung beseitigt hat) eine Auflösung, welche die ebenerwähnte weinrothe Färbung nicht mehr zeigt. Beide letzterwähnten Körper hat man bisher unter dem Namen Dextrin in ein und denselben Sack gesteckt; für die Zwecke der Bierbrauerei wäre das zwar ziemlich gleichgültig, weil man doch nur auf der Station „Zucker" landen will, — da aber schon mehrfach Wirrwarr dadurch angezettelt wurde, daß man das Kind nicht beim richtigen Namen nannte, so habe ich über diese Verschiedenheiten nicht schweigen wollen.

Diese ganze Reihe von Umwandlungskörpern des Stärkemehls ist auch durch bloße Anwendung von Wärme hervorzurufen, nur ist ein längerer Zeitraum erforderlich. Ein Stärkekleister wird bei anhaltendem Sieden dünnflüssig und ebenfalls durch die erwähnten Zwischenstufen hindurch in Dextrin verwandelt. Wird die Umwandlung im geschlossenen Dampfkessel (also bei höherer Temperatur) bewirkt, so geschieht sie in kürzerem Zeitraum.

Bei Gegenwart von Eiweißstoffen tritt die Veränderung des Stärkekleisters bereits bei gewöhnlicher Temperatur ein, — ein klarer, kalter Malzauszug macht einen Stärkekleister alsbald dünnflüssig. Rascher ist der Verlauf bei einer Temperatur von 60 bis 70°.

6. Dextrin.

§. 125.

Man hat diesen Körper auch überhaupt Gummi oder Stärkegummi genannt. Seine Entstehung ist im Vorhergehenden bereits genügend besprochen. Es ist sehr leicht löslich in kaltem Wasser, ertheilt demselben keinen Geschmack und macht es in geringem Maße schleimig. Gährungsfähig ist dasselbe nicht und man kann deshalb

*) Die Verbindung von Jod mit Kalium ist ein weißes Salz, welches in Wasser löslich ist. In dieser wässrigen Lösung wird nun noch Jod aufgelöst, sodaß ein Ueberschuß am Boden liegen bleibt.

eine Verunreinigung desselben mit Zucker durch Zusatz von Hefe und Gährung beseitigen.

Das Dextrin geht außerordentlich leicht in andere Kohlenhydrate (s. §. 128) und schließlich in Glykose über. Diese Umwandlung ist schon durch anhaltendes Sieden einer reinen Dextrinlösung zu bewerkstelligen, — in kürzerer Zeit und bei niedrigerer Temperatur erfolgt sie bei Gegenwart von Eiweißstoffen.

Durch Gerbsäure wird das Dextrin nicht gefällt. Bei Gegenwart von Eiweißstoffen aber gestaltet sich dies Verhalten anders. Eiweißstoffe (s. §. 155) werden von Gerbsäure niedergeschlagen, dabei geht aber das Dextrin mit in die unlösliche Verbindung ein, — offenbar weil bereits eine Verbindung zwischen Dextrin und Eiweißstoffen bestanden hat. — Das zeigt sich auch in noch anderer Weise. Durch Zusatz von überschüssigem Alkohol wird das Dextrin ausgefällt, während die Eiweißstoffe (s. §. 143 u. s. f.) davon nicht verändert werden. Sind aber Dextrin und solche Eiweißstoffe zusammen da, so wird durch Alkohol mit dem Dextrin auch eine Menge Eiweißstoff niedergeschlagen.

Mit Kupfervitriol und Kali giebt das Dextrin die bekannte rothe Färbung (s. §. 116).

Nach den Untersuchungen der englischen Chemiker Graham, Hofmann und Redwood findet zwischen dem Procentgehalt einer Dextrinlösung und der specifischen Gewicht- oder der Volumeteranzeige folgendes Verhältniß statt.

Dextrin-Procente.	Specifisches Gewicht.	Volumeter-Grade.
5	1.019	98.1
10	1.038	96.3
15	1.057	94.6
20	1.078	92.8
25	1.096	91.2

Man hat bisher dem Dextrin eine außerordentlich wichtige Rolle in der Bierbrauerei zugetheilt, indem man es für den Träger des substantiösen Charakters oder der sogenannten Vollmundigkeit der Biere hielt. Ich werde bei den „Eiweißstoffen" den Nachweis liefern, daß dies ein für den Fortschritt der Praxis sehr hemmender Irrthum gewesen ist.

7. Milchsäure-Gummi.

§. 126.

Es wird später die Rede sein von der Umwandlung, welche die Zuckerarten unter gewissen Bedingungen erleiden und wobei sie zu Milchsäure oder Mannit werden. Bei solchen Umwandlungen tritt stets eine eigenthümliche Gummiart als Nebenprodukt auf, das Milchsäuregummi.

Seine Zusammensetzung ist der des Dextrin vollkommen gleich. Es unterscheidet sich vom Dextrin dadurch, daß es mit Kupfervitriol und Kali beim Sieden keine rothe Ausscheidung bewirkt, sondern einen blauen Niederschlag giebt, der beim Kochen unverändert bleibt.

Im Uebrigen wissen wir noch wenig über diesen Körper. Da er unvergährbar ist, so ist ersichtlich, daß man bei jeder Milchsäure- und Mannit-Bildung aus Zucker nicht nur die Zuckermengen verliert, welche in diese Stoffe umgewandelt wurden, sondern auch noch eine Portion Zucker, die sich als Milchsäuregummi präsentirt, — Alles auf Kosten des geistigen Gehaltes des Bieres.

8. Röstgummi.

§. 127.

Stärkemehl erleidet bei einer Temperatur von etwa 200° eine Umwandlung, in deren Folge es sich vollständig und leicht in Wasser auflöst und mit Jod keine blaue Färbung giebt. Durch Erwärmung mit einem kalten Malzauszug geht es langsam in Zucker über. Das Röstgummi besitzt eine gelbe bis bräunliche Farbe.

Vom Dextrin unterscheidet es sich dadurch, daß es mit einer Auflösung von Jod in Jodkalium (s. S. 122) eine dunkelrothe Färbung giebt und daß es mit Barytwasser (Auflösung von reiner Baryterde in Wasser) einen starken Niederschlag erzeugt, was bei Dextrin nicht der Fall ist.

In den Schriften über Bierbrauerei findet man häufig die Behauptung, daß beim Darren des Malzes eine Portion Röstgummi entstehe und dem Biere seine Farbe und seinen Malzgeruch ertheile. Wenn man aber erwägt, daß die Temperatur, welche zur Entstehung des Röstgummi unumgänglich nothwendig ist (200°), auf der Malzdarre niemals vorkommt und vorkommen darf, so wird man wol erkennen, wie unbegründet eine solche Annahme ist. Welches

die Träger der Farbe und des Aroma's des Bieres sind, werden wir bei „Eiweißstoffe" und „Fette" sehen. — Daß im Farbmalz Röstgummi enthalten ist, versteht sich von selbst.

9. Die Stationen zwischen Dextrin und Glykose.

§. 128.

Man hat früher geglaubt, daß wenn eine Auflösung des im Handel vorkommenden Kartoffelzuckers mit überschüssigem Alkohol versetzt klar bleibt, sie frei sei von Dextrin und nur reinen Zucker (Glykose) enthalte. Erfahrungen der neueren Zeit, wo man solchen Kartoffelzucker in ungeheuren Mengen zur Aufbesserung der ungenießbaren Weine saurer Jahrgänge verwendet, haben gezeigt, daß dies ein für die Praxis gefährlicher Irrthum war.

Es existiren Körper, welche kein Dextrin sind (sie werden durch Alkohol nicht gefällt), aber auch kein Zucker (weil sie nicht vergähren). Anthon hat nachgewiesen, daß Kartoffelzucker im Handel vorkommt, dessen trockne Masse an 39 Procent solcher unvergährbarer Körper enthält. Das erklärt denn auch die ungenügenden Erfolge, über welche viele Bierbrauer bei der Anwendung des Kartoffelzuckers geklagt haben, — man glaubte eine angemessene Menge Zucker im Kessel oder Gährbottich zugesetzt zu haben und erhielt dennoch gehaltlose Biere. Ich werde weiter unten den Weg angeben, wie man bei Mitverwendung des Kartoffelzuckers diese Klippen umschiffen kann.

Ueber die Natur der in Rede stehenden Körper wissen wir wenig mehr, als daß sie durch Malzauszug endlich vollständig in Zucker umgewandelt werden.

10. Glykose.

§. 129.

In diese Gruppe fassen wir mehrere Kohlenhydrate zusammen, die sich darin gleichen, daß es süße, in Wasser und Alkohol lösliche Körper sind, die durch Hefe sofort zersetzt werden (weinige Gährung). Mit Kupfervitriol und Kali versetzt und erhitzt lassen sie rothes Kupferoxydul fallen. Durch Alkalien (Kali, Kalk 2c.) werden sie, namentlich beim Sieden, zerstört und schließlich in einen braunen Körper verwandelt (s. Glucinsäure §. 137).

Unsere Kenntniß der verschiedenen Glykose-Arten läßt noch Vieles zu wünschen übrig. Nach der dermaligen Sachlage kann man eben

nicht anders, als die ganze Glykose-Gruppe — deren Mitglieder ohne Zweifel ziemlich zahlreich sind — in nur einige wenige Abtheilungen bringen. Die chemische Zusammensetzung dieser Körper stimmt insofern überein, als sie eine Verbindung von 12 Kohlenstoff, 12 Wasserstoff und 12 Sauerstoff darstellen. Namentlich durch den Zutritt von Wasser entstehen dann verschiedene Glykose-Arten.

Die Glykose ist ungemein verbreitet im Pflanzenreich, — aller Zucker in Gegenwart von Säure ist Glykose, — wo die Säure fehlt, ist's Rohzucker (s. §. 134).

a. Krümelzucker,

§. 130.

ein Zucker, der z. B. in den Trauben vorkommt und deshalb auch „Traubenzucker" heißt, — die feste, körnige Masse des Honigs ist ebenfalls solcher Zucker (Honigzucker). Künstlich stellt man ihn dar aus Kartoffelstärke (Kartoffelzucker).

Der auf irgend eine Weise gewonnene Krümelzucker enthält stets eine Portion Wasser, — bei 100° schmilzt er und verliert das Wasser; der Rückstand hat dann die eben mitgetheilte Zusammensetzung der Glykose. Diese wasserfreie Glykose kann sich nun in zwei verschiedenen Verhältnissen mit Wasser verbinden.

Die eine Verbindung, bestehend aus 1 Atomgewicht Glykose (12 Kohlenstoff, 12 Wasserstoff und 12 Sauerstoff) und 1 Atomgewicht Wasser (1 Wasserstoff und 1 Sauerstoff), tritt in harten Krystallen auf, die zwischen den Zähnen knirschen. 10 Theile dieses Zuckers bedürfen etwa 11 Theile Wasser von gewöhnlicher Temperatur zur Auflösung.

Anthon in Prag hat diese Verbindung zuerst dargestellt und behandelt seine Fabrikationsmethode als Geheimniß. Da das Auftreten in ausgebildeten Krystallen die Verunreinigung mit unvergährbaren Körpern (s. 9) ausschließt, so ist die fabrikmäßige Darstellung eines solchen Zuckers allerdings von hohem Interesse für die Gährungsgewerbe; leider scheitert die Sache an der Kostspieligkeit der Produktion.

Die andere Verbindung enthält auf 1 Atomgewicht Glykose 2 Atomgewicht Wasser. Das ist dann der gewöhnliche Kartoffelzucker, wie ihn die Fabriken (Magdeburg, Neuwied u. a.) in krümeliger, undeutlich krystallisirter Form liefern. Er knirscht nicht zwischen den Zähnen, selbst wenn er gut ausgetrocknet ist. Dieser Zucker löst sich in etwa dem gleichen Gewicht Wasser auf. — Die

gewöhnliche Handelswaare enthält aber häufig noch eine Portion Wasser, welches nicht die feste Form des Krystallwassers (welches eigentlich „Krystall-Eis" ist) angenommen hat, sondern ihn feucht macht. Solcher Zucker kann bei gleichem seifenartigen Aeußern sehr verschiedene Wassermengen enthalten, die natürlich keinen Werth haben. Es ist deshalb unerläßlich, sich über den Gehalt eines zu verwendenden Traubenzuckers vorher zu vergewissern, wozu ich den Weg später (s. spezielle Untersuchungsmethoden) angeben werde.

§. 131.

Unter den übrigen Eigenschaften des Krümelzuckers ist bemerkenswerth, daß er unter gewissen Verhältnissen leicht in Körper übergeht, die dem Bierbrauer sehr störend werden können. Besonders sind es faulende Eiweißstoffe, welche theils zur Bildung von Milchsäure, theils zum sogenannten „Langwerden" des Bieres Veranlassung geben.

Ein Absud von Bierhefe, mit Krümelzucker zusammengebracht, verwandelt ihn in eine Art Gummi (Schleimgährung), wobei auch zuweilen Mannit erscheint. Ein Absud von Bierhefe enthält natürlich die löslichen Hefenbestandtheile (den sogenannten Hefenextrakt), — diese Stoffe können aber auf dem Lagerfaß auch in der Kälte ins Bier übergehen, wenn die Stellhefe schon in Zersetzung begriffen war und das Bier nicht ganz lauter gefaßt wurde!

Eine andere, sehr unangenehme Umwandlung der Glykose kommt im Sommer zuweilen auf dem Kühlschiff vor, wo unter Kohlensäure-Entwicklung Buttersäure entsteht (s. Buttersäure-Gährung).

b. Schleimzucker.

§. 132.

So hat man die unkrystallisirbare Glykose genannt. Andere haben wol noch unterschieden zwischen Fruchtzucker (d. i. gewöhnliche unkrystallisirbare Glykose) und Schleimzucker (d. i. eine Glykose, die sich schon bei 60° bräunt). So sehr ich überzeugt bin, daß wir — wenn erst mehr Licht in die Glykosegruppe gebracht ist — noch mehrere charakteristische Zucker-Arten kennen lernen werden: so wenig kann ich mich mit diesem Signalement des Schleimzuckers einverstanden erklären. Eine Glykose, welche vollständig frei ist von Eiweißstoffen, bräunt sich nie bei einer Temperatur von 60°, — wol aber verliert sie die Krystallisirbarkeit nach längerem Kochen. Setzt man aber einer krystallisirbaren Glykose ein wenig Glutin (§. 150) zu,

so ist die Krystallisirbarkeit beseitigt, der Zucker bräunt sich bei 60° und — — der Schleimzucker ist fertig.

Mulder sucht die braune Farbe des Malzes, welche nicht Folge von Röstprodukten sei, durch die Umwandlung des Fruchtzuckers in Schleimzucker und durch die unvermeidliche Bräunung des letztern zu erklären. Und doch enthält das Malz keinen (Stein) oder fast keinen (Mulder) Zucker! — Ich werde später (s. Eiweißstoffe) den Beweis liefern, daß nur diese letztern die Träger der Bierfarbe sind, insofern man das Farbmalz aus dem Spiel gelassen hat.

Der Schleimzucker kommt in Bezug auf die chemischen Zersetzungen ganz mit dem Krümelzucker überein. Seine Zusammensetzung weicht aber von der des Krümelzuckers ab, er enthält kein Wasser.

Ob nicht der Schleimzucker, wie ihn die Natur liefert, unter dem Einfluß fremdartiger Beimengungen vielleicht durch die Gährung ein Getränk mit besonders lieblichem Aroma liefert (sowie der Zucker in der Rießlingtraube einen Bouquetwein ergiebt, und der Zucker in den andern Rebsorten nicht), — das muß ich dahingestellt sein lassen. Versuche müssen das entscheiden, und dazu könnte man den Honig benutzen, der in seinem festen Theile Krümelzucker, im flüssigen Schleimzucker bietet; der ursprüngliche Honiggeruch kann durch Knochenkohle entfernt werden*).

§. 133.

Zur Bestimmung des Gehalts einer Lösung von „Stärkezucker" (ob er wasserfrei oder krystallisirt war, ist mir nicht bekannt geworden) nach dem specifischen Gewicht haben Graham, Hofmann und Redwood folgende Tabelle aufgestellt.

Stärkezuckergehalt in 100 Theilen Lösung:	Specifisches Gewicht:	Dieses würde entsprechen	
		Saccharometerprocenten nach Balling:	Volumetergraden:
5	1.021	5.25	97.9
10	1.042	10.38	96.0
15	1.065	15.84	93.8
20	1.088	21.10	91.9
25	1.111	26.00	90.0

*) Der Leser wird in diesem Buche öfters zum Experimentiren behufs Lösung offener Fragen aufgewiegelt werden. Es versteht sich am Rande, daß er das Resultat nicht etwa verschweigt.

Man sieht, die Angaben der englischen Chemiker stimmen nicht überein mit denen Balling's, was aber — wie wir später sehen werden — für die Anwendung des Saccharometers zu sehr genauen Bier-Untersuchungen ohne Einfluß ist.

11. Rohrzucker.

§. 134.

Diese Zuckerart ist zwar dem Krümelzucker in mancher Hinsicht sehr ähnlich, — er löst sich leicht in Wasser und schmeckt noch süßer als jener. Er unterscheidet sich aber in allen Hauptpunkten sehr von der Glykose.

Vor Allem — er ist nicht fähig, bei Gegenwart von Hefe sofort in Gährung überzugehen, — der Rohrzucker wird in Berührung mit Hefe erst in Glykose (und etwas Milchsäure) umgewandelt und dann erst tritt Gährung ein.

Der Rohrzucker wird durch Kochen mit Alkalien nicht zerstört. Mit Kupfervitriol und Kali verändert sich eine Rohrzuckerlösung beim Kochen Anfangs gar nicht, erst nach langem Kochen setzt sich etwas Kupferoxydul ab.

Seine Zusammensetzung ist = 12 Kohlenstoff, 11 Wasserstoff und 11 Sauerstoff.

§. 135.

Wird der Rohrzucker bis auf 210—220^0 erhitzt, so verliert er Wasser und wird braun. Der zurückbleibende Körper besteht aus 12 Kohlenstoff, 9 Wasserstoff und 9 Sauerstoff und wird Caramel genannt. Bei der Verlegenheit, in der man sich befand, um für die Farbe des Bieres einen richtigen Träger zu haben, hat man auch behauptet, daß der Zucker beim Würzekochen in Caramel verwandelt, „caramelisirt" werde. Zucker wird aber beim Siedepunkt nicht, sondern erst bei mehr als 200^0 in Caramel umgestaltet. Der Caramel kann dem Bierbrauer kein anderes Interesse gewähren, als daß er für einige sehr dunkelfarbige Biere (Porter ꝛc.) als Farbmittel benutzt wird.

§. 136.

Bei noch höhern Temperaturen (und bei der Farbmalzbereitung kommen solche ja vor) tritt noch ein anderer Körper auf, der auf den Geschmack der gefärbten Biere Einfluß übt, — eine bittere braune Substanz, das Röstbitter oder Assamar. Es ist ebenfalls ein Kohlenhydrat.

12. Glucinsäure, Apoglucinsäure, Melassensäure.

§. 137.

In den belgischen Brauereien herrscht noch immer der verwerfliche Gebrauch, den Würzen beim Kochen etwas gebrannten Kalk zuzusetzen, um ihnen dadurch eine dunklere Farbe zu ertheilen (s. Bierbrauer 1862, S. 17). Es ist ein böser Kampf, gegen die Gewohnheiten der Menschen anzukämpfen, — die Belgier haben sich nun einmal an den eigenthümlichen Geschmack des mit diesem Farbstoff versetzten Bieres gewöhnt und der Brauer muß also auf diesem Wege fortarbeiten. Sehen wir uns deshalb wenigstens die chemischen Vorgänge an, welche hierbei stattfinden.

In der Würze haben wir es natürlich blos mit Glykose zu thun, die (s. §. 129) durch Alkalien zersetzt wird, — Rohrzucker würde dadurch nicht zersetzt werden (s. §. 134). Setzt man einer Auflösung von Glykose in Wasser etwas gelöschten Kalk zu, so zeigt die Mischung Anfangs noch den unverbundenen Kalk durch Färbung des rothen Lackmuspapiers; nach einiger Zeit aber (besonders beim Sieden) wird das rothe Lackmuspapier nicht mehr geändert, — der Kalk ist nicht mehr im ledigen Stande, er hat eine Verbindung geschlossen auf Kosten der Glykose. Aus der Glykose ist eine saure Substanz geworden von der Zusammensetzung 12 Kohlenstoff, 9 Wasserstoff und 9 Sauerstoff, — diese „Glucinsäure" hat sich mit dem Kalk verbunden.

Steht solcher glucinsaurer Kalk einige Zeit an der Luft oder wird das Erhitzen fortgesetzt, so bräunt sich die Auflösung, indem die farblose Glucinsäure in die braune Apoglucinsäure übergeht. Dauert das Erhitzen noch längere Zeit und namentlich bei überschüssigem Kalk fort, so wird die Farbe immer dunkelbrauner, — es hat sich eine noch andere Säure, die Melassensäure gebildet. Noch weitere Umwandlungen greifen Platz bei Fortführung des Prozesses, — wozu aber eine Operation weiter verfolgen, die auf der ganzen übrigen civilisirten Welt keinen Boden hat?

13. Pflanzenschleime.

§. 138.

Sowie die Uebergangsstufen zwischen Stärkemehl und Dextrin zahlreich sind, so zeigt sich auch der sogenannte Pflanzenschleim in vielen Modifikationen.

Die Pflanzenschleime schließen sich eng an die Gummiarten an

und unterscheiden sich von denselben dadurch, daß sie in Wasser nicht auflöslich sind, sondern darin nur zu einer dicken, schleimigen Masse aufquellen. Durch anhaltendes Kochen aber geht diese Beschaffenheit zum großen Theil verloren, — die Substanz wird im Wasser auflöslich. Dieser Umstand ist für uns deshalb von Wichtigkeit, weil man sich des Pflanzenschleims häufig als Klärmittel für die Bierwürzen zu bedienen pflegt. Namentlich das Caragheenmoos (irländisches Moos, eine Art Seetang) ist es, welches zur Anwendung kommt, — auch der Leinsamenschleim gehört hierher. Die Wirkung des Pflanzenschleims als Klärmittel beruht darin, daß der aufgequollene Schleim die trübenden Theile umhüllt und beim Beginn der Gährung durch die Kohlensäure an die Oberfläche getrieben und dort durch Abschöpfen entfernt wird.

Für diese Praxis nun ziehen wir aus den vorher mitgetheilten Eigenschaften der Pflanzenschleime die Lehre, daß man sie nur kurze Zeit mit der Würze kochen lassen darf, — bei längerm Sieden werden sie aufgelöst und können dann nicht mehr klärend wirken.

14. Rutin.

§. 139.

Im Hopfen hat R. Wagner neuerdings diese Substanz, welche man bereits als Bestandtheil der Quercitronrinde, der Buchweizenblätter, der Blätter der Raute (Ruta, daher der Name), der Blätter und Blüten der Roßkastanie ꝛc. kannte — nachgewiesen.

Das Rutin ist intensivgelb (die gelben Flecke der Kastanienblüte rühren von ihm her) und von schwach bitterm Geschmack.

Wird seine Auflösung mit einigen Tropfen Eisenchlorid (Eisenoxyd in Salzsäure gelöst) vermischt, so färbt sie sich dunkelgrün, — eine sehr charakteristische und äußerst empfindliche Reaktion. Es ist mir wahrscheinlich, daß die eigenthümliche dunklere Farbe, welche man in England dem Porter durch Zusatz von etwas Eisenvitriol zu geben pflegt, in der Gegenwart des Rutin begründet ist, — die an sich braune Farbe des Bieres wird durch das Dunkelgrün nur in unbestimmter Weise dunkler.

II. Einige Afterzucker-Arten.

§. 140.

Unter dieser Firma gruppiren wir ein paar Körper zusammen, die sich wegen ihres zuckersüßen Geschmacks eng an die Zucker-

arten anschließen. Im Uebrigen haben sie nichts mit den Zuckerarten gemein, — sie sind durch Hefe weder direkt noch indirekt in Gährung zu bringen und ihre Zusammensetzung ist von der der Kohlenhydrate verschieden.

1. Mannit (Mannazucker).

Er hat seinen Namen daher, weil er den Hauptbestandtheil der sogenannten Manna (die Ausschwitzung einer Pflanze) bildet. Seine Bestandtheile sind 12 Kohlenstoff, 14 Wasserstoff und 12 Sauerstoff. Er bildet sich zuweilen bei Vergährung von Zucker in Gegenwart von faulenden Substanzen.

Der Mannit krystallisirt in farblosen Nadeln. Aus Bieren, welche in der Gährung plötzlich stockten und durch frischen Hefenzusatz nicht wieder in Gährung zu bringen waren, und in denen ich die Bildung von Mannit mit Recht annehmen durfte, war es mir indeß nicht möglich, diesen Körper von fremden Beimischungen so zu befreien, daß er in Krystalle gebracht werden konnte. Im Kapitel „Mannitgährung" werde ich den Weg angeben, auf welchem man jede Bierwürze rasch in den Zustand der Unvergährbarkeit bringen kann. Vielleicht sind Andere glücklicher in der Reindarstellung des Mannits aus solchen Würzen.

Eine Umwandlung des Mannits in gährungsfähigen Zucker ist bis jetzt nicht gelungen.

§. 141.

2. Glycyrrhizin (Süßholzzucker).

Aus der Süßholzwurzel (die zugehörige Pflanze heißt im Lateinischen Glycirrhiza) wird dieser Stoff dargestellt. Der sogenannte Lakritzensaft ist der Hauptsache nach Süßholzzucker; — der Geschmack ist süß, aber hintennach kratzend.

Manche Londoner Brauer sollen diesen unvergährbaren Zucker dem Porter zusetzen, um ihn auch nach langem Lager immer noch süß im Geschmack zu erhalten.

§. 142.

3. Glycerin (Oelsüß)

ist im reinen Zustande ein farb- und geruchloser Syrup von rein süßem Geschmack.

Es ist eine alte Erfahrung, daß auch die ältesten gut gebrauten

Lagerbiere einen mild süßen Geschmack bewahren, selbst wenn der Zuckergehalt derselben so ziemlich auf dem Nullpunkt angelangt ist. Diese Süßigkeit rührt vom Glycerin her. Neuerdings erst ist von Pasteur nachgewiesen, daß 3 Procent des zersetzten Zuckers als Glycerin in dem Extrakt enthalten sind. Das Glycerin ist uns also ein Gährungsprodukt.

Da zur Zersetzung von 100 Theilen Zucker $1^1/_2$ Theil Hefe ausreicht, so kann das Glycerin des Extraktes nicht von der Hefe herrühren; es muß durch eine Umwandlung des Zuckers entstanden sein, auf die wir später (s. Weingährung) zu sprechen kommen.

III. Eiweißstoffe (Proteïnkörper).

§. 143.

Bei den bisher besprochenen organischen Körpern waren es immer nur drei Stoffe — Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff —, welche dieselben zusammensetzten. Die Körper dieser Gruppe dagegen enthalten auch noch Stickstoff und zwar durchschnittlich 15½ Proc.; sie enthalten ferner sämmtlich auch Schwefel und einige derselben Phosphor.

Alle Eiweißstoffe verbreiten beim Verbrennen einen ähnlichen Geruch wie Federn oder Hornspäne.

Ein und derselbe Eiweißstoff kann meist in zweierlei Formen vorkommen, einer löslichen und einer unlöslichen (geronnenen).

Sie sind außerordentlich leicht umsetzbar, woran ihre sehr complicirte Zusammensetzung Schuld ist. Die organische Verbindung (aus den bekannten vier Stoffen), welche theils mit Schwefel, theils mit Schwefel und Phosphor in Verbindung tritt, um die verschiedenen Eiweißstoffe ins Leben zu rufen, besteht aus

36 Kohlenstoff, 25 Wasserstoff, 4 Stickstoff und 10 Sauerstoff, —

man hat diese Grundlage der Eiweißstoffe „Proteïn" genannt. Aus der Zusammensetzung des Proteïn ist denn auch wol ersichtlich, daß die Zersetzungsprodukte desselben außerordentlich manchfaltig sein werden. Es ist ein Naturgesetz — und ich habe es bereits S. 111 erörtert — daß bei einer revolutionären Bewegung der Stoffe die bereits vorhandene Strömung immer die Oberhand behält. Ein schlagendes Beispiel bieten uns zwei edle Metalle, das Silber und das Platin. Silber löst sich in Salpetersäure auf, Platin nicht; war aber das Platin vorher mit Silber zusammengeschmolzen, so folgt es der durch das Silber veranlaßten

Bewegung und löst sich nun ebenfalls in Salpetersäure. Dieses Naturgesetz und die leichte Zersetzbarkeit der Eiweißstoffe sind es hauptsächlich, welche dem Brauer die **Reinlichkeit** als erstes Gebot ins Herz prägen müssen, — den leicht faulenden Eiweißstoffen muß der Aufenthalt verweigert werden.

§. 144.

Das Verhalten der Eiweißstoffe zum Ozon (s. S. 70) klärt uns über manche Erscheinungen beim Bierbrauen auf, welche bisher zu den „Räthseln" gehörten und dem Aberglauben Thür und Thor öffneten*). Lösungen von Eiweißstoffen werden in Ozon-haltiger Luft trübe, — später aber wird Alles wieder klar unter starkem Schäumen. Die Eiweißstoffe haben dadurch eine Veränderung erlitten, sie haben etwas Sauerstoff aufgenommen. Pflanzeneiweiß gerinnt nach dieser Operation nicht mehr durch's Kochen. — Eine gleiche Veränderung erleiden die Eiweißstoffe durch anhaltendes Kochen oder (in kürzerer Zeit) durch Kochen unter Druck.

§. 145.

Bevor wir speziell zu den einzelnen Eiweißstoffen herantreten, muß noch erwähnt werden, daß die Eiweißstoffe es sind, welche im Futter für Menschen und Vieh den werthvollsten Bestandtheil bilden. Wenn man zwei Futtermittel in Bezug auf den Nahrungswerth vergleicht, so pflegt man ihren Stickstoffgehalt (der stets lediglich den Eiweißstoffen entstammt) als Maaßstab anzulegen, weil die Eiweißstoffe durch die Verdauung Blut und Gewebe bilden (s. Futterwerth der Malzkeime und Treber). —

Wollen wir nun zu den einzelnen Eiweißstoffen übergehen, so tritt uns gleich eine Hauptschwierigkeit entgegen. Es ist fast unmöglich, dieselben von einander zu trennen, ohne daß nicht schon durch den Einfluß der angewendeten chemischen Hülfsmittel Zersetzungen eingetreten wären. Früher hat man sich freilich die Sache bequemer gemacht, — da trennte man die in kaltem Wasser löslichen von den unlöslichen Eiweißstoffen; das erstere war Pflanzeneiweiß und das Gemenge der unlöslichen nannte man

*) Natürlich konnte auch ein Fortschritt in dieser Richtung erst Platz greifen, nachdem man den Eiweißstoffen die ihnen gebührende, aber bisher versagte Stellung unter den bei der Bierfabrikation mitspielenden Stoffen eingeräumt hatte. Der Verfasser erlaubt sich das Verdienst zu beanspruchen, daß er der Erste gewesen, welcher in's Braufach nach dieser Richtung hin Licht gebracht hat.

§. 146.

Kleber.

Man bereitet diesen Kleber, indem man Weizenmehl in einen Leinwandbeutel bringt und ihn so zubindet, daß noch freier Raum in demselben bleibt. Nun knetet man den Beutel so lange in öfters erneuertem Wasser aus, bis das abfließende (anfangs mit Stärkemehl beladene und deshalb milchichte) Wasser klar bleibt. Der Rückstand im Beutel ist eine sehr elastische und trocknen Körpern ungemein „anklebende" Substanz von grauer Farbe, — es ist der Kleber. — Man kann ihn zur hornartigen, pulverisirbaren Masse eintrocknen; — in feuchtem Zustande sich selbst überlassen, geräth er alsbald in Fäulniß und riecht wie fauler Käse. — In Essigsäure, sowie in Kali- oder Natronlösung ist der Kleber löslich.

Für unsere praktischen Zwecke bietet uns die Scheidung dieser Gruppe im Wasser löslicher und unlöslicher Körper willkommne Anhaltspunkte, — ich behalte sie deshalb bei.

A. In Wasser gelöst vorkommende Eiweißstoffe.

§. 147.

Die drei nachfolgenden Eiweißkörper stimmen darin überein, daß sie durch Gerbsäure, durch Chlorquecksilber und durch gelbes Blutlaugensalz niedergeschlagen werden.

1. Gerinnbares Pflanzeneiweiß (Albumin).

Unter diesem Namen hat man bisher jenen Proteïnkörper verstanden, der aus den klaren Auflösungen beim Erhitzen als Gerinnsel ausschied, — man hat angenommen, dasselbe sei in seinem gesammten Verhalten vollkommen gleich dem thierischen Eiweiß (der Vogeleier z. B.). Mulder hat gezeigt, daß diese letztere Annahme unrichtig ist, wie aus folgenden Versuchen hervorgeht.

Ein kalt bereiteter Auszug von Gerste oder Weizen, zum Sieden erhitzt, scheidet ein flockiges Gerinnsel aus. Dieses Gerinnen ist nicht etwa blos Folge der hohen Temperatur, — es ist dazu die Gegenwart des Wassers unerläßlich. Man kann Pflanzeneiweiß (sowie das Eiweiß der Vogeleier) bei gelinder Wärme zur Trockne bringen und dann dieses Pulver der Siedhitze aussetzen, ohne daß es seine Wiederauflöslichkeit im Wasser verliert.

Setzt man einem solchen kalt bereiteten Getreide-Auszug vorher Essigsäure zu, so entsteht ein Niederschlag, welcher bei der Gerste augenblicklich, beim Weizen erst später zu Boden sinkt. Filtrirt man nun ab, beseitigt die Säure ganz genau durch Zusatz von Ammoniak (blaues und rothes Lackmuspapier müssen in der Flüssigkeit unverändert bleiben) und erhitzt wieder zum Sieden, so zeigt sich keine Spur eines Niederschlags. Es war mithin alles gerinnbare Eiweiß durch Essigsäure ausgeschieden, — das Eiweiß der Hühnereier aber wird durch Essigsäure nicht niedergeschlagen.

Im Getreide existirt aber eine Säure (deren Natur noch nicht festgestellt ist), welche eine ihrer Menge entsprechende Menge Eiweiß gelöst hält, auch bei der Siedhitze. Wenn man einen gekochten und filtrirten Getreide-Auszug mit so viel Ammoniak versetzt, daß die Säure gerade abgestumpft ist, so wird beim abermaligen Erhitzen wieder eine gewisse Menge Eiweiß koagulirt. So schützt auch die Phosphorsäure und Milchsäure der Würze eine Portion Eiweiß vor dem Gerinnen.

Was die Menge des in dem rohen Getreide enthaltenen gerinnbaren Pflanzeneiweißes (abzüglich des in der Säure gelösten) anlangt, so giebt Mulder solche bei Gerste zu 0.28, bei Weizen zu 0.26 Procent an. Diese Menge nimmt beim Keimen zu.

§. 148.

2. Nicht gerinnbares Pflanzeneiweiß.

Ein Getreide-Auszug, der vorher durch Ammoniak seiner Säure beraubt und dann zum Kochen erhitzt war, wobei also alles gerinnbare Pflanzeneiweiß ausgeschieden und abfiltrirt war, zeigt bei Zusatz von Salpetersäure eine milchichte Trübung, die von einer beträchtlichen Menge eines besondern Eiweißkörpers herrührt. Das ist Alles, was wir über diesen Eiweißkörper, nach den Erfahrungen Mulder's, wissen.

Wie groß seine Menge ist, hat M. nicht bestimmt, — er giebt sie (mit dem in Säure gelösten und durch Sieden nicht geronnenen Eiweißkörper) in der Gerste und im Weizen zu 1.55 Procent an.

§. 149.

3. Das Pflanzeneiweiß des Malzes.

Ein mit kaltem Wasser bereiteter Gerstenmalz-Auszug verhält sich anders als ein Auszug von roher Gerste. Während das Ger-

stenwasser beim Kochen ein Gerinnsel ausscheidet und mit Essigsäure einen starken Niederschlag bewirkt, koagulirt das Malzwasser zwar auch beim Sieden, aber der Niederschlag mit Essigsäure ist nur schwach. Salpetersäure bewirkt gar keinen Niederschlag, — das nicht gerinnbare Eiweiß ist also verschwunden. Chlorquecksilber aber verursacht einen massenhaften Niederschlag. Und aus anderweiten Untersuchungen Mulder's geht noch hervor, daß die Menge der aufgelösten und durch Kochen nicht gerinnbaren Eiweißstoffe von 1.55 auf 2.08 Procent gestiegen ist! Wir müssen also die Gegenwart eines von den andern verschiedenen Eiweißkörpers im Malz annehmen, wenn auch die Reindarstellung desselben noch nicht gelungen ist, weil dieselbe der großen Zersetzbarkeit dieser Körper wegen überhaupt schwierig ist und weil am Ende die Eiweißkörper, von den unlöslichen zu den löslichen, ebenso mehrere Stationen durchlaufen, wie wir das bereits bei der Umwandlung des Stärkemehls in Glykose gesehen haben. Ob dieser Eiweißkörper oder irgend ein anderer das Recht hat, sich mit dem weltberühmten Titel „Diastas" zu dekoriren, darüber werden wir uns am Schluß der Gruppe unterhalten.

B. In Wasser unlösliche Eiweißstoffe.

Wir haben oben den rohen „Kleber" als eine elastische und stark klebende Masse kennen gelernt. Kocht man denselben mit starkem Alkohol aus, so wird dadurch ein Theil desselben gelöst; der Rückstand ist hart und unelastisch, bekommt aber seine volle Elasticität wieder, wenn man ihn in Wasser legt und dies so oft erneuert, bis alle Alkoholtheile beseitigt sind. Diese wieder elastisch gewordene Masse hat aber ihre Klebrigkeit verloren; der dieselbe verursachende Stoff —

§. 150.

1. das Glutin (Pflanzenleim)

ist vom Alkohol aufgelöst und stellt sich nach dem Verdunsten desselben als eine im feuchten Zustande klebrige, nach dem Trocknen gelbe und durchscheinende Masse zurück.

In kaltem Wasser ist das Glutin unlöslich, — in heißem Wasser aber löst es sich und so kommt es auch in die Bierwürzen. Läßt man eine eben abgeläuterte glanzhelle Bierwürze erkalten, so trübt sie sich und es scheidet sich nach längerer Zeit ein schleimiger Bodensatz ab, welcher Glutin ist. Die Ausscheidung des Glutin würde

noch viel größer sein, wenn nicht die Glykose in der Würze einen großen Theil desselben in Auflösung behielte; — setzt man einer abgeläuterten, noch heißen Würze eine ausreichende Menge Glykose zu, so bleibt sie auch beim Erkalten ziemlich klar. So bildet also die Glykose einen Weg, auf dem das sonst unlösliche Glutin ins Bier kommt, — einen andern Weg nach gleichem Ziele werden wir weiter unten (s. die gebräunten Eiweißstoffe) kennen lernen.

Durch Gerbsäure wird das Glutin niedergeschlagen (vergl. die Wirkung des Hopfens oder des Katechu beim Würzekochen).

§. 151.

2. Elastin (Pflanzenfibrin)

ist jener Rückstand vom Kleber nach dem Auskochen mit Alkohol. Er bildet die Hauptmasse des Klebers (vom Weizenmehl, denn Gerstenmehl hinterläßt fast gar keinen Kleber, s. §. 121); — er besteht aus 4 Procent Glutin und 96 Procent Elastin*).

Da das Elastin sowol in kaltem wie in kochendem Wasser unauflöslich ist, so würde dasselbe als ein für die Bierfabrikation unwesentlicher Körper erscheinen, der in den Trebern stecken bleibt und denselben ihren Mastwerth ertheilt. Dem ist aber nicht so, — gerade die leichte Veränderlichkeit der Eiweißstoffe führt es herbei, daß sich das Elastin dem Auflösungsprozeß gar nicht entziehen kann. Die hierzu nöthige Umwandlung führt uns zu

C. den gebräunten Eiweißstoffen.

§. 152.

Beim Glutin können wir am besten diese wichtige Umwandlung verfolgen. Wir nehmen eine beim Erkalten durch Glutin-Ausscheidung trübe gewordene Würze und bringen sie entweder

a) mit ozonisirter Luft (s. §. 43) in Berührung, — oder

b) wir erhalten sie längere Zeit auf einer Temperatur nahe dem Siedepunkt, — oder

c) wir erhitzen sie zum Sieden unter Druck, z. B. im papinianischen Topf.

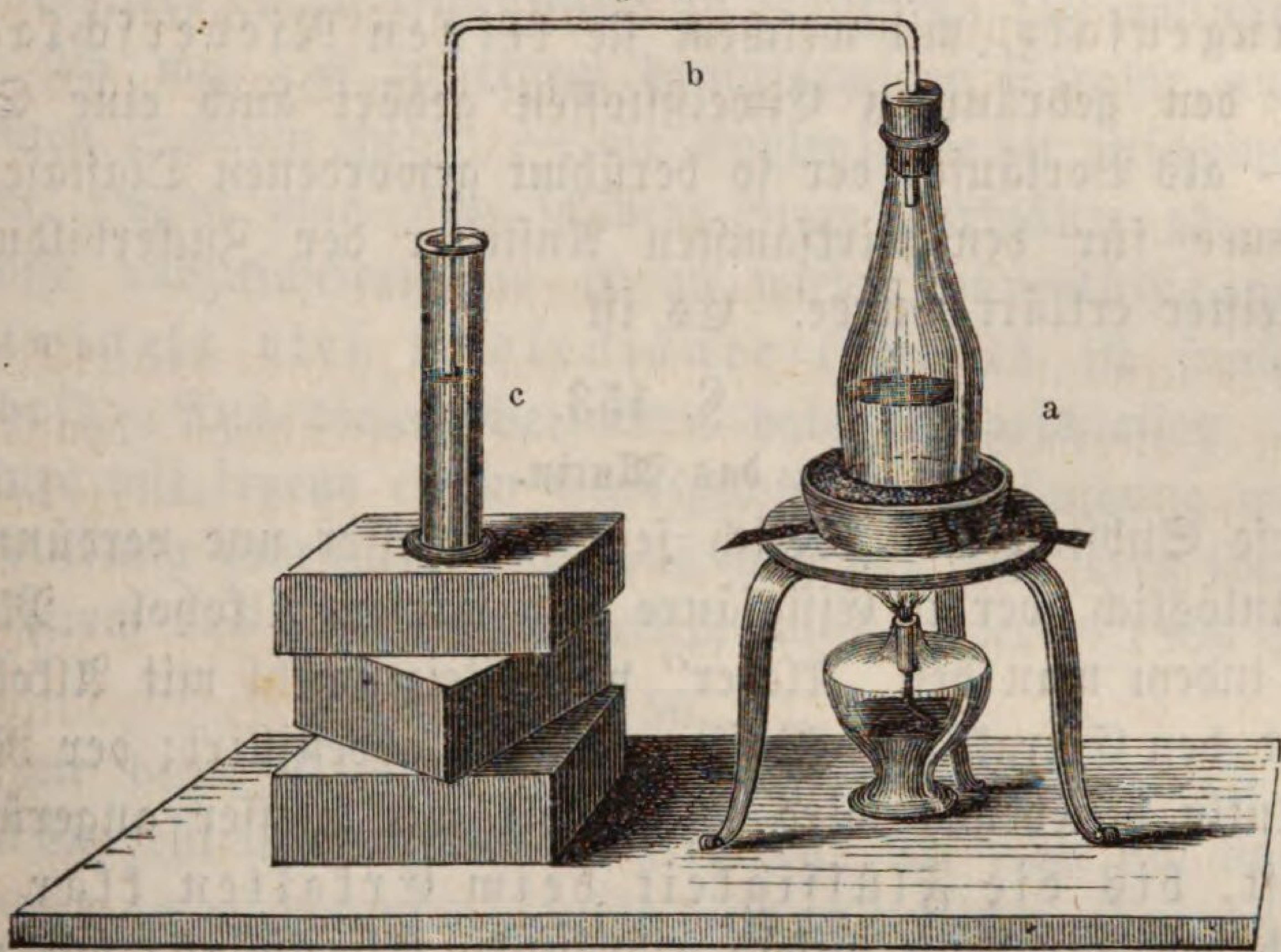
In allen drei Fällen werden wir schließlich dieselbe Veränderung

*) Beim Keimen nimmt die Menge des Glutin (sowie der gerinnbaren Eiweißstoffe) zu, während die des Elastin geringer wird. Diese Umwandlungen geschehen also auf Kosten des Elastin.

der erkalteten klaren Flüssigkeit bemerken; — dieselbe ist braun von Farbe geworden, was sie vorher nicht war; — sie ist auch frei von dem schleimig ausgeschiedenen Glutin; dagegen setzen sich einige fest zusammengezogene Flocken am Boden ab.

Am belehrendsten ist's, wenn man diesen wichtigen Versuch in einem Glasgefäß a über der Spirituslampe macht und dabei dem ent-

Fig. 53.



wickelten Dampf ein Hinderniß in den Weg legt, indem man z. B. das Dampfleitungsrohr b durch ein paar Zoll Quecksilber im Cylinder c absperrt. Man sieht dann, wie die trübe Würze beim Beginn des Erwärmens sich wieder aufhellt. Mit dem Eintritt des (durch den Druck erhöhten) Siedepunkts aber beginnt auch die Umwandlung des Glutins, — die klare Flüssigkeit trübt sich milchicht, nach einiger Zeit zieht sich die Trübung zu Flocken zusammen und man sieht nun die Würze mit dunkler, brauner Farbe glanzhell durchschimmern.

Macht man diese Versuche mit Elastin oder mit geronnenem Eiweiß und Wasser, so bekommt man (freilich nach längerer Zeit) ebenfalls eine braune Auflösung.

Vergleicht man die chemische Zusammensetzung des hierbei gebildeten braunen Körpers mit der des sogenannten Proteïn, so ergiebt sich

für's Proteïn 36 Kohlenstoff, 25 Wasserstoff, 4 Stickstoff und 10 Sauerstoff,

und für den gebräunten Eiweißkörper 36 Kohlenstoff, 25 Wasserstoff, 4 Stickstoff und 13 Sauerstoff.

Es ist also Sauerstoff hinzugetreten. Da nun beim Kochen im geschlossenen Gefäß ein solcher Zutritt von außen unmöglich ist, so muß dort der erforderliche Sauerstoff einem andern Körper entzogen sein, — wahrscheinlich sind die in diesem Falle reichlicher ausgeschiedenen Flocken ärmer an Sauerstoff.

Von den übrigen löslichen Eiweißstoffen unterscheiden sich die gebräunten Eiweißstoffe hauptsächlich durch ihr Verhalten zu gelbem Blutlaugensalz, mit welchem sie keinen Niederschlag geben.

Zu den gebräunten Eiweißstoffen gehört auch eine Substanz, welche — als Vorläufer der so berühmt gewordenen Diastase — von de Saussure für den wirksamsten Anstifter der Zuckerbildung aus Stärkekleister erklärt wurde. Es ist

§. 153.

das Mucin.

Diese Substanz soll löslich sein in Wasser und verdünntem Alkohol; unlöslich aber in Essigsäure und starkem Alkohol. Man stellt es dar, indem man den „Kleber" von Weizenmehl mit Alkohol auskocht und den Extrakt mit Wasser gemischt abdestillirt; der Rückstand (aus Glutin bestehend) wird wiederholt mit Wasser angerührt und verdampft, bis die Flüssigkeit beim Erkalten klar bleibt! — Da haben wir denn unsere gebräunten Eiweißstoffe mit all ihren Eigenschaften, — auch mit gelbem Blutlaugensalz erfolgt kein Niederschlag.

D. Die Eiweißstoffe im Hefenextrakt.

§. 154.

Durch die Eiweißkörper, welche den Inhalt der Hefenzellen bilden, wird der Gährungsprozeß eingeleitet. Diese Eiweißkörper sind es, welche (wie wir bei „Hefe" sehen werden) die Strömung, von außen in die Hefenzelle, und von da wieder nach außen, hervorrufen.

Einen Theil des Zellinhalts kann man durch kaltes oder warmes Wasser ausziehen. Der extrahirte Körper enthält noch mehr Sauerstoff als die gebräunten Eiweißstoffe. Die Zusammensetzung ist:

36 Kohlenstoff, 25 Wasserstoff, 4 Stickstoff und 15 Sauerstoff.

E. Verbindungen der Eiweißstoffe.

§. 155.

Verbindungen der Eiweißstoffe mit Alkohol (s. §. 159) und Gerbsäure (s. §. 175) werden wir später kennen lernen. Hier soll nur die

Rede sein von einer Verbindung irgend eines Eiweißstoffes, die noch einigermaßen problematisch ist, — ich meine eine Verbindung desselben mit Kohlensäure. Die in manchen Gegenden epidemische Krankheit des „Langwerdens“ der Biere ruft — so weit meine bisherigen Erfahrungen reichen — diesen kohlensauren Eiweißstoff ins Leben. Hier meine Gründe.

Wenn ein Bier, auch im kühlsten Keller, „lang“ oder „zähe“ wird, so verliert es die Eigenschaft zu moussiren fast vollständig, — es gießt sich wie Oel in einem drahtförmigen Strahle aus, aber macht keinen Schaum mehr, — die Kohlensäure ist anscheinend verschwunden. Setzt man nun solchem Biere Gerbsäure zu, um alle Eiweißstoffe auszuscheiden, so ist es wieder dünnflüssig geworden und entwickelt viel Kohlensäure (aber es ist freilich kein Bier mehr!). Aus diesem Verhalten habe ich geschlossen, daß die Kohlensäure mit irgend einem Eiweißstoffe in Verbindung war, daß diese Verbindung zäheflüssig sein muß und daß sich deren Gegenwart im Biere durch das Langsein bemerklich macht (Bierbr. 1860 S. 118).

§. 156.

Um die beim Maischen stattfindende Umwandlung des Stärkemehls in Dextrin und Glykose zu erklären, hat man sich nach einer Triebfeder umgesehen und glaubte diese zu erblicken in einem eiweißartigen Körper, den man

Diastas (oder Diastase)

nannte.

Um diesen Körper, der sich beim Keimprozeß bilden soll, in reiner Form darzustellen, haben Payen und Persoz im Jahre 1833 folgendes Verfahren angegeben. Malz wird zerquetscht, mit etwas Wasser angerührt und dann ausgepreßt. Hierauf setzt man etwas Alkohol zu, um die Beimengungen von Eiweiß und Dextrin niederzuschlagen, und filtrirt. Bei fernerm Zusatz von Alkohol zu der klaren Flüssigkeit scheidet sich das Diastas aus und wird bei gelinder Wärme, am besten auf Glasplatten, aufgestrichen und getrocknet. — Nach einer andern Methode wird der Malzauszug vorsichtig bis auf 70^0 erwärmt, wobei das Eiweiß gerinnt, filtrirt und das Diastas durch Alkohol gefällt.

Man sieht auf den ersten Blick, daß man in beiden Fällen einen durch Dextrin verunreinigten Körper vor sich hat, der die Kraft haben soll, sein 2000faches Gewicht Stärkemehl in Dextrin u. s. w. zu

verwandeln, welche Eigenschaft sie aber im feuchten Zustande bald und durch Kochen sogleich verliert. Das Gerstenmalz soll nur $^1/_{1000}$ bis $^2/_{1000}$ Diastas enthalten.

Das Dunkel, in welches diese allmächtige Substanz gehüllt ist, erreicht seinen Gipfelpunkt dadurch, daß man heute noch nicht einmal weiß, ob sie im reinsten Zustande Stickstoff enthält oder nicht. Ist das beigemengte Eiweiß eine Verunreinigung, so müßte der andere darin enthaltene Stoff, das Dextrin, jene zuckerbildende Kraft besitzen, was aber wieder nicht der Fall ist.

Genug über diesen großen Unbekannten, der zu einer Zeit geboren wurde, als man noch nicht erkannt hatte, daß es häufig sogar nur der Gegenwart einer Substanz bedarf, um eine Umsetzung der vorhandenen Anordnung der Stoffe zu veranlassen. Und daß die Gegenwart der Eiweißstoffe überhaupt, selbst der unlöslichen, im Stande ist, das Stärkemehl in Dextrin rc. umzuwandeln, das hat Kirchhoff schon im Jahre 1812 nachgewiesen (s. Glykosegährung).

IV. Thierleim,

§. 157.

ein Körper, der den Brauereien füglich ferne bleiben könnte, — er dient als Klärungsmittel, aber ein rationell bereitetes Bier bedarf keines Klärungsmittels.

Die Eigenschaften des Thierleims, auf denen die eben erwähnte Anwendung basirt ist, sind: er ist nicht in kaltem Wasser löslich, wol aber im heißen, — beim Erkalten scheidet er sich in feinster Vertheilung aus und nimmt bei seiner Entfernung aus der Flüssigkeit die trübenden Theile mit (Anwendung der Kalbsfüße beim Würzekochen, der Thierleim geht bei Beginn der Gährung an die Oberfläche und muß abgenommen werden); — in schwachen Säuren, z. B. Weinsteinsäure, ist er löslich; durch Verdünnung mit viel Bier wird diese Verbindung zersetzt, die Säure geht in die Flüssigkeit, der ausgeschiedene Leim aber umhüllt die trübenden Theile und schleppt sie aus der Flüssigkeit mit fort. Das Nähere darüber wolle man unter „Kellerwirthschaft" nachsehen.

V. Alkohole und Aldehyd.

§. 158.

Aus den mit Hefe vergohrenen Glykose-Auflösungen erhält man durch Destillation eine Flüssigkeit, welche besteht aus Wasser und

1. gewöhnlichem Alkohol.

Der Alkohol siedet bei niedrigerer Temperatur als das Wasser, es entwickeln sich deshalb beim Beginn des Siedens vorzugsweise Alkoholdämpfe und so kann man durch wiederholte Destillation (Rektifikation) ein Gemisch erhalten, welches immer reicher an Alkohol ist (Branntwein, Spiritus). Die letzten anhängenden Wasserportionen können aber nur auf chemischem Wege beseitigt werden.

Der reine Alkohol, welchen man so erhält, ist viel leichter als Wasser, — sein specifisches Gewicht = 0.792. Die wasserhelle Flüssigkeit besitzt einen durchdringenden Geruch und brennenden Geschmack und wirkt auch in der Verdünnung sehr berauschend.

Seine Bestandtheile sind:

4 Kohlenstoff, 6 Wasserstoff und 2 Sauerstoff.

Zum Wasser hat er eine große Verwandtschaft, — durch Vermischung mit demselben wird er natürlich schwerer. Alle Gemische von Alkohol mit Wasser haben einen Branntweinsgeruch. Wollte man z. B. einem schwachen Biere durch Zusatz vom reinsten Alkohol einen angemessen höhern geistigen Gehalt geben, so würde sich der Zusatz augenblicklich durch einen penetranten Schnapsgeruch verrathen. Schon dieses Experiment müßte als ausreichender Beweis dafür gelten, daß die herrschende Annahme, der geistige Gehalt der gegohrenen Getränke beruhe auf der Gegenwart von unverbundenem und blos durch Wasser verdünntem Alkohol, unrichtig ist. Man wird sich aber des Weitern von dem dieser Annahme zu Grunde liegenden Irrthume überzeugen, wenn man ein auf die angegebene Weise mit Spiritus versetztes Bier (oder besser noch leichten Wein) fernern Beobachtungen unterzieht; — dabei wird man nämlich finden, daß der Branntweins-Geruch und Geschmack nach und nach verschwindet und endlich auch von der feinsten Nase und Zunge nicht mehr wahrgenommen wird. Der Alkohol ist allmälig wieder in dieselbe Verbindung eingegangen, in welcher er in Folge der Gährung auftrat und aus der er durch die Destillation nur vertrieben war. Welche Verbindung ist das? — Ich nenne sie mit P. T. Meißner (ehemals Professor in Wien)

§. 159.

2. „reinen Wein."

Es ist leicht, sich diese Verbindung in reiner Form darzustellen. Eine recht frische Unterhefe wird einigemal mit kaltem Wasser

und dann mit sehr concentrirtem Zuckerwasser abgespült, um das derselben anhangende Hopfenharz zu lösen. Zeigt die Hefe keinen bittern Geschmack mehr, so übergießt man sie mit einer 20procentigen Auflösung von Zucker oder Glykose und läßt die Gährung bei Zimmertemperatur verlaufen. Die vergohrene und klar filtrirte Flüssigkeit ist „reiner Wein". Er ist sehr leicht zu zersetzen. Wird er nun der Destillation unterworfen, so trübt er sich dabei und setzt Flocken eines Eiweißstoffs ab. Oder man läßt die vergohrene Flüssigkeit stehen, bis der Alkohol anfängt zu Essigsäure zu werden (s. Essigsäure-Gährung); sie trübt sich dabei unter Ausscheidung des Eiweißstoffs, mit dem der vorhinnige Alkohol in Verbindung war. Ich sehe keinen Grund, weshalb man nicht annehmen sollte, dieser Eiweißstoff sei mit dem Alkohol in Verbindung*) gewesen und habe dadurch eben die Eigenthümlichkeiten des geistigen Gehaltes gegohrener Getränke ins Dasein gerufen. In welchem Gewichtsverhältniß Eiweißstoff und Alkohol dieser Verbindung zu einander stehen, ist noch nicht festgestellt.

§. 160.

3. Die fremden Alkohole.

Früher hat man sich den Gährungsprozeß höchst einfach gedacht, — der Zucker zerfiel in Alkohol und Kohlensäure. Die Bestandtheile des Alkohols und der Kohlensäure zusammenaddirt ergab wieder die Zusammensetzung des Zuckers.

Neuerer Zeit hat man indessen durch Destillation verschiedener Gährungsprodukte (namentlich auch Weine) nachgewiesen, daß dabei noch mehrere andere Alkohole entstehen können. Die Bedingungen, unter denen gerade der eine oder andere fremde Alkohol entstanden ist, sind dermalen gänzlich unbekannt und werden wol schwer festzustellen sein.

Das aber unterliegt keinem Zweifel, daß auch diese Alkohole nicht als solche, sondern nur in Verbindung mit Eiweißstoff im Biere enthalten sein können, — daß sie jedenfalls einen ganz aparten Geschmack im Gefolge haben und daß sie uns wahrscheinlich den Schlüssel bieten zu manchen bisher räthselhaften Geschmacks-Unterschieden.

---

*) In der frischen Butter ist die abscheulich riechende Buttersäure (s. §. 163) mit Glycerin in Verbindung; in der ranzigen Butter ist die Buttersäure frei. Ebenso ist's mit dem gebundenen oder freien Alkohol!

Die drei fremden Alkohole, welche man bisher in gegohrenen Getränken gefunden hat, sind:

a) Amyl-Alkohol, bestehend aus: 10 Kohlenstoff, 12 Wasserstoff und 2 Sauerstoff. Sein specifisches Gewicht ist 0.81. Er hat den Geruch des reinsten Kartoffelfusels und zwar so penetrant, daß die geringste Menge desselben im Stande ist, eine große Quantität Flüssigkeit mit ihrem Aroma zu verpesten. Und doch hat man ihn aus fein riechenden Weinen durch Destillation gewonnen! Muß er da nicht in einer leicht zersetzbaren, gestanklosen Verbindung gewesen sein? Und das wird wiederum nur eine Verbindung mit Eiweißstoffen sein.

b) Propyl-Alkohol, von folgender Zusammensetzung: 6 Kohlenstoff, 8 Wasserstoff und 2 Sauerstoff. Er riecht obstartig, — sein specifisches Gewicht = 0.81.

c) Butyl-Alkohol besteht aus 8 Kohlenstoff, 10 Wasserstoff und 2 Sauerstoff. Sein Geruch ist nicht so abscheulich wie der des Amyl-Alkohols.

Als Anhang haben wir nun noch ein Zersetzungsprodukt des gewöhnlichen Alkohols zu betrachten, welches unter bisher unbekannten Umständen Begleiter mancher Weingährungen, und wahrscheinlich auch Biergährungen, ist (s. d. Gährungen), — es ist

§. 161.

der Aldehyd.

Seine Zusammensetzung ist 4 Kohlenstoff, 4 Wasserstoff und 2 Sauerstoff; — er entsteht aus dem gewöhnlichen Alkohol dadurch, daß demselben 2 At. Wasserstoff entzogen werden, was auf verschiedenen Wegen möglich ist.

Er hat einen penetranten, zu Thränen reizenden Geruch, der an Aether erinnert. Bei einer Temperatur von nur 22° siedet er bereits; bei so großer Flüchtigkeit ist deshalb das Entstehen desselben bei der Gährung mehr in der Kellerluft zu riechen als in der gährenden Flüssigkeit.

Charakteristisch ist, daß er mit großer Hast Sauerstoff an sich reißt, um damit Essigsäure zu bilden (s. Essigsäure).

Mit Kali (Aetzkali) zusammengebracht erleidet der Aldehyd beim Erhitzen eine rothbraune Färbung. Will man also ein Bier auf einen etwaigen Aldehydgehalt untersuchen, so erhitzt man es in einem

Kolben mit Gasleitungsrohr und läßt die Dämpfe in Kalilösung treten, welche man später erhitzt; — färbt sie sich, so war Aldehyd da.

VI. Fette, Fettsäuren.

§. 162.

Die Fette sind dadurch charakterisirt, daß sie auf Papier bleibende Fettflecken verursachen. Sie sind unlöslich in Wasser und schwimmen auf demselben, — bei gewöhnlicher Temperatur sind sie theils hart (Talgarten), theils weich (Butterarten), theils flüssig (fette Oele); — auch die festen Fette schmelzen beim Erwärmen zu Oelen.

Die Fette sind zusammengesetzt aus Glycerin (s. II. §. 142) und einer fetten Säure.

Die Fettsäuren sind ebenfalls unlöslich oder doch schwerlöslich im Wasser und schwimmen darauf. Einige derselben sind flüchtig. Interesse bieten uns folgende:

1. Stearinsäure, Margarinsäure, Oelsäure.

Sie stehen hier nur als Vorbilder fester und flüssiger Fettsäure. Stearinsäure ist jene Substanz, aus welcher die Stearinkerzen gegossen werden; die flüssige Oelsäure wird bei dieser Fabrikation durch Auspressen getrennt. In Verbindung mit Kali bilden diese Fettsäuren Schmierseife, in Verbindung mit Natron die gewöhnliche feste Seife; — und endlich in Verbindung mit Glycerin Fette. Bei der Seifenfabrikation werden die Fette durch das Kochen mit Kali in der Art zersetzt, daß die Fettsäure sich mit dem Kali zu Seife vereinigt und das Glycerin ausgeschieden wird (es findet sich neben den Salzen in der Unterlauge der Seifensieder).

§. 163.

2. Buttersäure.

In der Butter ist sie mit Glycerin verbunden. Wenn durch einen eigenthümlichen Zersetzungsprozeß das Glycerin aus der Butter zum Theil verschwindet, so wird die Buttersäure frei und ertheilt der Butter den charakteristischen Geruch der ranzigen Butter.

Unter Umständen, welche meistens in groben Sünden gegen die Reinlichkeit bestehen, wird die Buttersäure auch in den Brauereien ins Dasein gerufen und verursacht dann auf dem Kühlschiff die Er=

scheinung des „Sommerranzigwerdens". Den hierbei stattfindenden chemischen Prozeß ersieht man aus Folgendem. Die Bestandtheile der Buttersäure sind: 8 Kohlenstoff, 8 Wasserstoff und 4 Sauerstoff. Bei dem Eintreten des Spektakels tritt auf dem Kühlschiff eine Gasentwicklung ein, es entweichen Kohlensäure und Wasserstoff. Ziehen wir von einem At. Glykose die Bestandtheile von 4 At. Kohlensäure (= 4 Kohlenstoff und 8 Sauerstoff) und 4 At. Wasserstoff ab, so restiren die Bestandtheile der Buttersäure. Also

von	12 Kohlenstoff,	12 Wasserstoff,	12 Sauerstoff
gehen ab	4 „	4 „	8 „ .
bleibt Buttersäure =	8 Kohlenstoff,	8 Wasserstoff,	4 Sauerstoff.

Die unter dem Namen „Johannisbrod" bekannten Schoten enthalten eine reichliche Menge Glykose. Die übrigen Bestandtheile dieser Frucht veranlassen aber gar leicht eine Zersetzung, in deren Folge Buttersäure entsteht. Bei der Gährung kommt dann eine Verbindung der neuentstandenen Buttersäure mit Aether (einer Verbindung von 4 At. Kohlenstoff, 5 At. Wasserstoff und 1 At. Sauerstoff) zu Stande, — dieser Buttersäure-Aether besitzt im verdünnten Zustande einen Geruch wie Rum, — der Rum verdankt seinen charakteristischen Geruch dem Buttersäure-Aether! — Manche Brauer, namentlich in England, verwenden das Johannisbrod (auch Locust genannt) zum Bierbrauen und ertheilen ihrem Biere dadurch diesen eigenthümlichen Geruch und Geschmack nach Rum.

§. 164.

3. Baldriansäure (Valeriansäure).

Sie hat ihren Namen daher, weil sie zuerst aus der Baldrianwurzel dargestellt wurde. Für unsern Zweck ist sie deshalb bemerkenswerth, weil das flüchtige Hopfenöl (s. dasselbe) durch Aufnahme von Sauerstoff Baldriansäure liefert und dabei den für die Baldriansäure charakteristischen und auch an altem Hopfen wahrnehmbaren Geruch nach altem Käse entwickelt.

Hieran reihen sich

§. 165.

die Fette der Getreide und des Malzes.

Können wir heute auch noch nicht viel über dieses Kapitel plaudern, so liegen doch Andeutungen genug vor, aus denen hervorgeht,

daß man die Rolle, welche die Fette in der Brauerei spielen, bisher bedeutend unterschätzt hat.

Leider stehen uns nur über die Fette der Gerste und des Gerstenmalzes genauere Mittheilungen aus der Arbeit Stein's (Polytechnisches Centralblatt 1860 S. 489) zu Gebote.

Zieht man rohe Gerste durch Aether aus (welcher das Fett löst), so erhält man nach dessen Verdampfung ein röthlichgelbes Fett. Der Geruch des frisch dargestellten Gerstenfettes erinnert an den eines Gerstenhaufens und tritt besonders deutlich hervor, wenn man dasselbe mit Wasser erwärmt*).

Das Fett vom Grünmalz besitzt einen eigenthümlichen, fast betäubenden Geruch, — während der Geruch des Luftmalzfettes wieder mehr dem Gerstenfett ähnelt.

Am interessantesten ist das Fett des Darrmalzes. Stein erhielt bei seinen sehr sorgfältigen Untersuchungen aus dem Darrmalz stets mehr Fett als aus der entsprechenden Menge Luftmalz. Das Fett mußte also während des Darrens noch einen Stoff aufgenommen haben; — man darf annehmen, daß es sich mit Sauerstoff verbunden hat, wodurch denn auch eine bedeutende Aenderung im Geruch herbeigeführt ist.

Wenn man Darrmalz durch Aether vom Fett befreit und den Rückstand mit Wasser und Alkohol von allen löslichen Theilen erschöpft, so entwickeln diese Extrakte zwar beim Erhitzen einen Geruch, der aber weder so durchdringend noch von der Art des Malzgeruchs beim Darren ist. Setzt man diesen Extrakten aber das Aetherextrakt (also das Fett) hinzu und erwärmt, so tritt der Geruch schon bei einer niedrigeren Temperatur, als ohne den Zusatz des Fettes, auf und er ist dem des Darrmalzes ähnlich.

Es wird erlaubt sein, aus diesen Thatsachen zu folgern, daß die Veränderung des Geruchs, welche beim Malzen — von der Rohfrucht an bis zum Darren — sich bemerklich macht, in einer chemischen Umwandlung des ursprünglichen Gerstenfetts begründet ist.

Vielleicht giebt uns auch ein umfassendes Studium der Fette anderer Getreide — so namentlich vom Weizen, Hafer, Spelz und

---

*) R. Wagner erhielt aus der Jerusalem-Gerste ein fast farbloses Fett, ohne Geruch und von der Konsistenz etwa des Ricinusöls.

Mais — Aufschlüsse über den Grund des Aroma's, welches jedem damit gebrauten Biere eigenthümlich ist.

Die Menge des Fettes anlangend, so fand Stein in

100 Gerste 3.556,
in dem daraus erhaltenen Luftmalz 2.304 und
in dem daraus erhaltenen Darrmalz 3.106.

Durch Keimen war also Fett verbraucht und da die Fette aus Kohlenstoff, Wasserstoff (und wenig Sauerstoff) bestehen, so waren diese Bestandtheile durch Verbindung mit dem Sauerstoff der zutretenden atmosphärischen Luft in Kohlensäure und Wasser verwandelt.

VII. Aetherische Oele.

§. 166.

Die Körper dieser Gruppe besitzen in Folge ihrer Flüchtigkeit einen höchst durchdringenden Geruch, — ist derselbe angenehm, so benutzt man sie als Parfüm. In Wasser sind sie wenig löslich, leichter aber in Alkohol.

Alle ätherischen Oele sind arm an Sauerstoff, ziehen denselben aber mit großer Begier an sich und büßen dadurch ihre ursprünglichen Eigenschaften ein. Will man sie unverändert aufbewahren, so so muß es in kleinern, vollgefüllten und gut verstopften Gläsern geschehen.

Von den ätherischen Oelen interessirt uns zunächst das Hopfenöl, — doch dürfen auch einige andere, welche dem Geschmack der Konsumenten zu Gefallen an manchen Orten als Parfüm dienen, nicht übergangen werden.

§. 167.

1. Hopfenöl.

Vor noch nicht langer Zeit hat man dem Hopfenöl hohe Ehren erwiesen, indem man es als den Träger des Hopfenaroma's im Biere pries und deshalb Hopfenessenzen (Auflösungen von Hopfenöl) bereitete, um sie dem fertigen Biere zuzusetzen und sein Aroma zu steigern. Weil man sich aber im Irrthum befand, als man dem Hopfenöl diese Tugenden vindiciren wollte, deshalb ist auch die Praxis der Hopfenessenzbiere gleich einer Eintagsfliege bald schlafen gegangen. Alle solche Biere haben einen höchst fremdartigen Geruch nach „Apotheke", welcher darin begründet ist, daß das Hopfenöl außerordentlich leicht in Baldriansäure (s. §. 164) übergeht.

Es ist allerdings richtig, daß das Harz des Hopfens, welches für die Brauzwecke der wichtigste Hopfenbestandtheil ist, selbst nach dem anhaltendsten Kochen noch etwas Hopfenöl zurückhält, von dem man glaubt, daß es die Auflösung des Harzes in der Würze vermittele und deshalb unentbehrlich sei. Nun — das Hopfenharz löst sich auch ohne Hopfenöl in zuckrigen Flüssigkeiten (s. §. 169). Den wesentlichsten Dienst leistet das Hopfenöl bei der Aufbewahrung des Hopfens dadurch, daß es der zuverlässigste Schutzwächter für die Konservirung des Hopfenharzes beim Aufbewahren des Hopfens ist. Das Hopfenharz erleidet nämlich an der Luft eine Veränderung, in deren Folge es unlöslich wird in den gewöhnlichen Lösungsmitteln. So lange aber noch Hopfenöl zugegen ist, tritt diese Veränderung des Harzes nicht ein, — das Oel im alten Hopfen kann schon zum großen Theil in Baldriansäure verwandelt sein und das Harz ist noch immer löslich.

Das Hopfenöl ist es übrigens, welches im frischen Hopfen mit dem Harze zu einer klebrigen Masse verbunden ist, — das Hopfenharz für sich klebt wenig. Wenn nun das Hopfenöl im Laufe der Zeit sich verflüchtigt oder sonst verändert hat, so wird sich ein solcher Hopfen trocken und mager anfühlen lassen.

Die Menge des Hopfenöls, selbst im ganz frischen Hopfen, ist gering und geht nicht über $^7/_{10}$ Procent hinaus.

§. 168.

2. Die Bier-Parfums.

Alle die verschiedenen Samen und Wurzeln, welche man dem Biere bei der Gährung zusetzt, um ihm einen charakteristischen, beliebten Geruch zu ertheilen, verdanken diese Verwendung lediglich ihrem Gehalt an ätherischem Oel. Man könnte solche Oele in reiner Form, auf Zucker getröpfelt (Oelzucker), dem Biere zusetzen, — weil aber die ätherischen Oele so sehr leicht veränderlich sind, so haben sie meistens auch schon bei der Destillation aus den Pflanzentheilen etwas gelitten und besitzen nicht mehr das Aroma in seiner ganzen Feinheit. Deshalb ist die gebräuchliche Praxis, die Pflanzentheile selbst zum Biere zu bringen, vorzuziehn.

Die gebräuchlichsten Parfüms sollen hier aufmarschiren:

Muskatblüte (Macis), Muskatnuß, Coriandersamen, Gewürznelkenöl, Zimmtrinde, Lorbeeren, florentinische Veilchenwurzel, Wachholderbeeren (s. III. §. 60 2c.).

Ferner mag hier noch erwähnt werden, daß das brenzliche Oel, welches in Rußland durch Schwelen der Birkenrinde gewonnen und unter dem Namen „Dagget" als Lederschmiere benutzt wird, in London benutzt werden soll, um dem Porter den dortselbst beliebten brenzlichen Geruch zu ertheilen.

Endlich noch gehört hierher das Pechöl, welches dem gewöhnlichen Pech den in vielen Gegenden beliebten „Pechgeruch" verleiht und denselben auch dem Biere mittheilt, weil es darin etwas löslich ist. Dieses Oel ist übrigens nur dem Harze gewisser Tannen-Arten eigen, andern — namentlich den amerikanischen — fehlt es gänzlich oder vielmehr es wird dort durch ein anderes unangenehm riechendes ätherisches Oel, das Terpentinöl, vertreten.

VIII. Harze.

§. 169.

Bei den meisten Harzen läßt sich der Nachweis liefern, daß sie hervorgegangen sind aus ätherischen Oelen durch Aufnahme von Sauerstoff. Zwischen den ätherischen Oelen und den Harzen stehen in der Mitte die sogenannten Balsame, — es sind Mischungen von Harz und ätherischem Oel, welches letztere durch weitere Sauerstoff-Aufnahme die vollständige Verharzung herbeiführt.

Die künstlichen Balsame (durch Auflösung von Harzen in ätherischen Oelen) dürften wol noch eine ausgedehnte Verwendung beim Faßpichen bekommen.

1. Hopfenharz und Hopfenbitter.

Ob nun das Hopfenharz ebenfalls das Produkt einer Oxydation (Sauerstoffaufnahme) des Hopfenöls sein mag, müssen wir dahin gestellt sein lassen.

Es ist bis heute noch strittig, ob der bittere Geschmack des Hopfens von einem besondern Körper (dem Hopfenbitter) herrührt, der neben dem Hopfenharze im Hopfenextrakt enthalten ist, oder ob das Hopfenharz gleichzeitig den bittern Geschmack liefert.

Rautert hält beide für identisch und betrachtet das Hopfenharz als den wichtigsten Bestandtheil des Hopfens und zugleich als dessen bitteres Prinzip. Er sagt darüber (s. Bierbrauer 1859 S. 55):

„Das Hopfenharz ist im Wasser sehr schwer löslich, namentlich in reinem Wasser und bei Abwesenheit des ätherischen Hopfenöls. Wasser aber, welches Salze, namentlich Gerbsäure, Gummi und

Zucker enthält, löst davon beträchtliche Mengen auf, besonders bei Gegenwart von Hopfenöl. Dieser Umstand ist wol Ursache, daß die frühern Untersuchungen von einem in Wasser löslichen bittern Stoffe, speziell Lupulin genannt, reden; ein solcher existirt nicht. Ich wiederhole es, das bittere Prinzip des Hopfens ist harziger Natur, in reinem Wasser sehr schwer löslich. Es macht 12 bis 18 Procent vom Hopfen aus.

„Dem Hopfenharze muß die Mehrzahl jener Wirkungen auf das Bier zugeschrieben werden, wegen deren man den Hopfen bei der Bierfabrikation verwendet.

„Das Hopfenharz ist gelbbraun, im äußern Ansehen dem Brauerpech sehr ähnlich. Da es im Speichel etwas löslich ist, so schmeckt es intensiv und anhaltend bitter, so lange man es im Munde behält. Es ist bis jetzt nicht gelungen, aus dem Hopfen ein Harz abzusondern, welches nicht bitter wäre: eine Thatsache, die ebenfalls den ältern Untersuchungen widerspricht. In dünnen Schichten erleidet das Hopfenharz (der Luft ausgesetzt) in längerer Zeit eine Zersetzung, nach welcher es unlöslich wird in vielen Lösungsmitteln, in denen es zuvor löslich war. Schneller geht diese Umänderung im Sonnenlicht vor sich."

Dagegen sagt nun Mulder (s. d. Chemie des Bieres S. 422):

„Die Hopfenbestandtheile, welche sich im Biere bestimmen oder nachweisen lassen, sind blos Hopfenharz und Hopfenbitter. Man zieht das zur Trockne verdampfte Bier mit starkem Alkohol aus, wodurch beide in Lösung gehen. Das Hopfenharz erhält man durch Ausziehen mit Aether, worauf man das Hopfenbitter mit Wasser auflöst."

Ich habe diese Versuche bis jetzt nicht wiederholen können; indessen scheint doch die bekannte Thatsache, daß stark gehopfte Biere nach recht vollständiger Vergährung, wobei also Hopfenharz (wegen mangelnden Zuckers, durch den es gelöst war) abgeschieden wird und die Biere gleichzeitig an Bitterkeit verlieren, für die Richtigkeit der von Rautert vertretenen Ansicht zu sprechen.

§. 170.

2. Pech.

Aus den gerissenen Rinden der Nadelhölzer fließt ein Balsam aus, der abgenommen und mit Wasser gekocht wird, bis der größte Theil des ätherischen Oels verflüchtigt ist. Dann wird das Harz durch leinene Beutel filtrirt, um es von den Rindenstücken 2c. zu

befreien, und endlich in einem Kessel so lange gesotten, bis das Wasser verjagt ist. Jeder Rückhalt an Wasser würde bei der Verwendung dieses Harzes zum Pichen der Fässer Blasen werfen und einen ungleichförmigen Ueberzug bilden. Der Brauer hat also sein Pech vorher auf einen Wassergehalt zu prüfen, — an eine Lichtflamme gehalten giebt sich der geringste Wassergehalt gleich durch Spritzen zu erkennen.

Durch das fortgesetzte Erhitzen des Harzes wird nicht alles ätherische Oel verdampft, ein Theil desselben bleibt hartnäckig beim Pech zurück und ertheilt ihm seinen eigenthümlichen Geruch, der je nach der Nadelholzart, von der das Harz kam, verschieden ist (s. §. 168).

Dr. E. Winckler in Offenbach besitzt ein patentirtes Verfahren, wornach sich jeder Brauer aus dem billigen amerikanischen Harze ein Pech selber herstellen kann, welches einen dem Fichtengeruch vollkommen ähnlichen Geruch hat. Er theilt sein Geheimniß gegen ein Honorar von 6 Thalern mit.

IX. Säuren.

§. 171.

Der allgemeinere Charakter der „Säuren" ist bereits §. 42 angegeben. Die hier folgenden organischen Säuren haben bekanntlich noch die Eigenthümlichkeit, daß sie mindestens 2 Atomg. Kohlenstoff enthalten und sich beim Erhitzen schwärzen.

1. Milchsäure.

Sie hat die Zusammensetzung der trocknen Glykose, nämlich: 12 Kohlenstoff, 12 Wasserstoff und 12 Sauerstoff. Es bedarf deshalb zur Umwandlung der Glykose in Milchsäure weder der Ausscheidung eines Bestandtheils noch der Aufnahme eines Stoffes, — es genügt lediglich eine andere Anordnung oder Umsetzung der vorhandenen Stoffe. Der Uebergang der Glykose zur Milchsäure ist nichts weiter als die Verwandlung des einen Kohlenhydrats in das andere. Auch die Auflösungen der Granulose und des Dextrin, sowie der Stärkekleister, gehen leicht in Milchsäure über.

Während der Zuckerbildung beim Einmaischen entsteht neben der Glykose stets ein wenig Milchsäure.

Am rascheſten geschieht die Umwandlung der Glykose in Milchsäure bei Gegenwart von Eiweißstoffen (namentlich solchen, die sich ausscheiden, wie das Glutin) und einer Temperatur zwischen 25 und 30 Grad.

Reine Milchsäure ist geruchlos und von rein saurem Geschmack, — man konnte sie noch nicht in die feste Form bringen, sie bildet im concentrirtesten Zustande einen Syrup.

Von den Verbindungen der Milchsäure interessirt uns nur die mit der Kalkerde. Wenn der beim Kochen harter Wasser entstehende Niederschlag von kohlensaurem Kalk mit in den Maischbottich gelangt, oder wenn man bei der Verarbeitung modrigen Malzes Knochenkohle zusetzt (s. §. 58), so tritt die beim Einmaischen entstehende Milchsäure mit dem Kalk in Verbindung und die abfließende Würze enthält milchsauren Kalk, der aber jetzt keine andere Rolle mehr spielt, als sonstige Kalksalze im Wasser, — der salzige Geschmack wird ein wenig gesteigert.

Will man ein Bier auf seinen Milchsäuregehalt untersuchen, so muß man vorher die flüchtige Essigsäure, welche meist in geringer Menge vorhanden ist, beseitigen, indem man ein Quantum Bier zur Trockne abdampft, den Rückstand in Wasser löst und nach der Titrirmethode seinen Säuregehalt bestimmt. Heckmeyer fand auf diese Weise in holländischen Bieren von 0.16 bis 0.42 Procent Milchsäure. Indessen ist diese Menge nicht blos Milchsäure, sondern enthält auch

§. 172.

2. Bernsteinsäure,

welche neben dem Glycerin der stete Begleiter einer jeden weinigen Gährung ist, wobei mindestens $1/2$ Procent des zersetzten Zuckers zu Bernsteinsäure wird (Pasteur). Es ist ein geruchloser, nicht flüchtiger Körper von reinem, angenehm saurem Geschmack, der sich im Biere bis jetzt sehr harmlos betragen hat, so daß ihm ein gutes Leumundszeugniß gebührt.

§. 173.

3. Essigsäure.

Ihre chemische Konstitution ist 4 Kohlenstoff, 4 Wasserstoff und 4 Sauerstoff. Es ist interessant, zu erwägen, wie man die Glykose (ein Kohlenhydrat) erst durch die Gährung in Alkohol oder eine Verbindung desselben verwandelt, um schließlich durch Oxydation desselben bei der Essigsäure, deren Zusammensetzung wieder ein Kohlenhydrat erkennen läßt, anzulangen.

Die reine Essigsäure ist eine durchdringend sauer riechende Flüssigkeit, die bei $+ 4^0$ zu Krystallen erstarrt.

Wenn der Alkohol einer gegohrenen Flüssigkeit zu Essigsäure wird, so geschieht das in zwei Perioden, die jede einen andern chemischen Prozeß repräsentiren. Der erste ist die Entstehung des Aldehyds (s. §. 161), dessen Zusammensetzung = 4 Kohlenstoff, 4 Wasserstoff und 2 Sauerstoff ist. Dieser nimmt mit großer Begierde noch 2 Sauerstoff aus der Luft auf, um die Elemente der Essigsäure zusammen zu haben. Das ist der Weg, wie durch die Schnellessigfabrikation aus verdünntem Branntwein der Essig dargestellt wird; — man kann dabei die vorhergehende Aldehydbildung sehr häufig durch den Geruch wahrnehmen, wenn's den Fässern an Luftzutritt gebricht. — Bei der leidigen Essigbildung in den Bierkellern ist es kaum möglich, die Gegenwart des Aldehyd nachzuweisen, weil die Eiweißstoffe die Essigbildung außerordentlich beschleunigen (wie? ist noch unenthüllt).

Der Eintritt der Essigsäure-Bildung ist von einer Zunahme des specifischen Gewichts des Bieres begleitet; nur bedarf man, um dies zu beobachten, eines außerordentlich empfindlichen dünnstengligen Aräometers. Die Essigbildungsprober, welche Balling für die Essigfabrikation konstruirt hat, eignen sich zu solchen Prüfungen sehr und verrathen die drohende Gefahr durch Zunahme des specifischen Gewichts weit früher, als dieselbe durch den Geschmack zu erkennen ist.

Die Menge der Essigsäure in den Bieren ist natürlich außerordentlich verschieden und der Geschmack erläßt da oft wunderliche Befehle. In der Regel aber ist Sorglosigkeit in der Kellerwirthschaft oder Unkenntniß der Bedingungen zur Konservirung der Biere die Mutter aller essigsauren Biere. Heckmeyer fand in einigen holländischen Bieren den Gehalt an Essigsäure von 0.008 bis 0.120 Procent. Ein Bier, welches 1/2 Procent Essigsäure enthält, ist nicht mehr trinkbar.

Man hat zu verschiedenen Zeiten die Essigsäure zum ständigen Begleiter der Bierfabrikation vom Ei an stempeln wollen. Man nahm die Gegenwart dieser Säure an im rohen Getreide, im Malz (wo man ihr die Beförderung der Zuckerbildung zur Aufgabe machte!), in der Würze (wo die Zunahme der Säure häufig beim Kühlen vorkommen sollte!), — und weil man somit einen guten Vorrath von Essigsäure in den Gährbottich brachte und weil die Gegenwart von etwas Essigsäure der Essigbildung ungeheuern Vorschub leistet, so sollte die Multiplikation der Essigsäure beständig neben der Zuckerzersetzung hergehen. Alle diese Annahmen haben sich als eitel Ge-

spensterseherei herausgestellt. Stein hat bei seinen Untersuchungen von Gerste und Malz keine Essigsäure gefunden, wo er sie hätte finden müssen (s. Polytechn. Centralblatt 1860 S .517 und 518). Mulder fand in einer Würze, welche einige Zeit der Luft ausgesetzt war, keine Essigsäure, als er darnach suchte (s. dessen Chemie des Bieres S. 305). Heckmeyer fand in einem Jungbier einen Essigsäure-Gehalt von nur $^{8}/_{1000}$ Procent. Meine eignen Untersuchungen haben mir bei gut konservirten Lagerbieren, selbst wenn sie schon ziemlich im Alter vorgerückt waren, nur Spuren von Essigsäure ergeben.

Bemerken will ich hier noch, daß man die concentrirte Essigsäure neuerdings auch als — — Verzuckerungsmittel für rohe Frucht in Anwendung gebracht und damit ein „vortreffliches" Bier erzeugt hat (s. Bierbrauer 1861 S. 154). Die Sache soll nur an der Kostspieligkeit scheitern, — vielleicht hat sie auch sonst ihren Haken.

§. 174.

4. Weinsteinsäure.

Sie wird nur deshalb hier erwähnt, weil sie zu einer Biersorte, dem Berliner Weißbier, einen landesüblichen Zusatz bildet und weil sie das beste Auflösungsmittel für Hausenblase ist, um sie zum Schönen zu verwenden; — in England, wo die Bierbrauerei eine so hohe Stufe der Vollkommenheit erreicht hat, löst man unbegreiflicher Weise noch heut zu Tage die Hausenblase mit Essigsäure (saurem Bier) auf! —

Die Weinsteinsäure kommt in farblosen Krystallen von rein saurem Geschmacke vor. Durch die Gährung wird sie nicht verändert.

§. 175.

5. Die Gerbsäuren.

Die Gruppe der Gerbsäuren (oder Tanninstoffe) ist dadurch charakterisirt, daß ihre Mitglieder mit Eiweißstoffen, Leim und thierischer Haut unlösliche Verbindungen eingehen. Die thierische Haut wird dadurch in Leder verwandelt, gegerbt (daher der Name „Gerbstoff").

Die Gerbsäuren sind auflöslich in Wasser und besitzen einen herben, zusammenziehenden Geschmack.

Wenn die Gerbsäure-Lösungen einige Zeit an der Luft stehen, so bedecken sie sich mit Schimmel und es hat sich dann eine andere

Säure aus der Gerbsäure gebildet, — jede Art der Gerbsäuren liefert auf diese Weise auch eine eigenthümliche Säure als Zersetzungsprodukt.

a. Galläpfelgerbsäure.

Ist in den Galläpfeln und allen Theilen der Eiche enthalten. Die Auflösung derselben liefert beim Schimmeln

Gallussäure von herbsäuerlichem Geschmack. Eiweißstoffe und Leim werden von der Gallussäure nicht gefällt, — setzt man aber Pflanzenschleim, Gummi oder Zucker hinzu, so bewirkt auch die Gallussäure wieder die Ausscheidung der Eiweißstoffe.

b. Catechu-Gerbsäure.

Von dem Holze einiger ostindischer Akazien- und Mimosen-Arten wird durch Auskochen und Eindampfen ein Extrakt bereitet, welcher unter dem Namen Catechu oder Terra japonica im Handel vorkommt. Es sind schwarzbraune, derbe Stücke. Durch kaltes Wasser kann man dieser Substanz die Gerbsäure (von der es 50% enthält) entziehen; — kocht man den Rückstand dann mit Wasser aus, so scheidet sich aus der Auflösung beim Erkalten die

Catechusäure aus, die sich zu den Eiweißstoffen ebenso verhält wie die Gallussäure.

c. Kino-Gerbsäure.

Unter dem Namen Kino kommt aus Westindien, Ostindien und Afrika der Extrakt mehrerer Pflanzen in den Handel, welcher etwa 75 % einer eigenthümlichen Gerbsäure enthält. Das Kino ist bräunlichroth und löst sich schwer in kaltem Wasser, — in heißem Wasser bildet sich eine tiefgranatrothe Flüssigkeit, welche die Gerbsäure enthält.

d. Die Hopfengerbsäure.

Man hat früher angenommen, daß die im Hopfen enthaltene Gerbsäure übereinstimme mit der in den Galläpfeln, und daß die nachtheiligen Veränderungen, denen der Hopfen beim Altern unterliegt, ihren Grund hätten in einer Umwandlung der Gerbsäure in Gallussäure (s. oben). Wagner hat diese Annahme als irrig nachgewiesen. Er fand in altem (darunter mehr als 10jährigem) Hopfen keine Spur von Gallussäure.

Die Hopfengerbsäure unterscheidet sich auch dadurch von der Galläpfelsäure, daß sie mit Eisenoxydsalzen einen dunkelgrünen, die Galläpfelgerbsäure aber einen schwarzblauen Niederschlag bildet.

Die Hopfengerbsäure zeigt in ihren sonstigen Eigenschaften völlige Uebereinstimmung mit der Gerbsäure des Gelbholzes (einem in der Färberei angewendeten Holze). Man kann also, wo man auf die Gerbsäure des Hopfens spekulirt, eben so gut das Gelbholz in Anwendung bringen, zumal es außerdem nur einen gelblichen, ganz unschädlichen Farbstoff enthält. Ebenso wird die Kino- und Catechugerbsäure (bei der Kur „lang gewordener" Biere) zweckmäßig durch die viel wohlfeilere Gerbsäure des Gelbholzes ersetzt.

§. 176.

6. Quellsäure und Quellsatzsäure.

Beide Körper finden sich in manchem Wasser, welches mit verwesenden Stoffen in Berührung war. Die Quellsäure ist hell braungelb, durch weitere Aufnahme von Sauerstoff wird sie zur Quellsatzsäure und sie löst sich nun im Wasser mit brauner Farbe. Beide Säuren sind stets mit Ammoniak verbunden und dadurch wird ihre Gegenwart für die Bierbereitung gefährlich, indem durch solche Ammoniakverbindungen (welche einen natürlichen Dünger bilden) die Zellenbildung (Hefenbildung) beschleunigt und damit die Vergährung zu rasch fortgeführt wird. Mehr darüber in der Materiallehre beim „Wasser."

X. Extraktivstoffe.

§. 177.

In den Pflanzensäften sind Körper aufgelöst, die, an sich farblos, theils schon bei Berührung mit der atmosphärischen Luft, theils erst beim Eindampfen ihrer Lösungen sich gelb bis braun färben. Man weiß heute nicht viel mehr von ihnen, als man vor einem halben Jahrhundert wußte. Damals raffte man alle diese Stoffe zusammen, steckte sie in eine Rumpelkammer und schrieb an die Thür derselben: „Extraktivstoffe." Darin stecken sie noch heut, behaftet mit dem von den Chemikern ausgestellten schlechten Leumunds-Zeugniß „Extraktivstoff", was ungefähr soviel bedeutet wie ein „Taugenichts"; — hatte man doch immer seine liebe Noth, bei Gewinnung von nutzbaren Stoffen aus den Pflanzensäften die Extraktivstoffe durch Knochenkohle zu entfernen, und die sämmtlichen Fabriken von Knochenkohle sind nichts Anderes als Gensdarmerie-Institute, welche von den Zuckerfabriken ins Leben gerufen wurden gegen die vagabundirenden „Extraktivstoffe!" —

Auch uns interessiren einige dieser Kameraden, obwol sie uns eben keine Gefahren bereiten.

1. Extraktivstoffe der Gerste.

Das Wasser, in welchem die Gerste behufs des Malzens eingeweicht wird, erhält eine gelbe Farbe und einen Geruch, der dem des feuchten Strohes ähnelt. Die Gerste wird dabei blasser von Farbe, das Wasser hatte also einen Theil des Farbstoffes aus der Hülse der Körner aufgenommen. Je dicker die Hülse der Gerste ist, um so dunkler ist auch das Weichwasser gefärbt, — sechszeilige Gerste liefert dunkleres Wasser als die dünnhülsige gemeine vierzeilige.

Bringt man das Weichwasser durch Abdampfen bis zur Trockne, so hinterbleibt eine Substanz von gelber Farbe und unangenehm bitterm, etwas kratzendem Geschmack. Wir haben es hier mit zwei verschiedenen Stoffen zu thun. Die gelbe Farbe rührt von dem Farb- oder Extraktivstoff der Hülse her; — die bitterscharfe Substanz aber entstammt dem Mehlkern, sie ist auch in der geschälten Gerste (Graupen) enthalten, weshalb solche vorher in Wasser geweicht und das Weichwasser weggegossen wird, wenn man für Kranke eine recht milde Gerstentisane bereiten will.

Bei Mitanwendung von roher Gerste zum Bierbrauen soll dieser bitterscharfe Stoff dem Geschmack des Bieres nachtheilig und ein vorhergehendes Einweichen der Gerste unerläßlich sein. Ich habe indessen nicht gefunden, daß der Wohlgeschmack desselben bei ungeweichter Gerste beeinträchtigt worden wäre, — ob die gefürchtete Substanz etwa durch den Brau- oder Gährprozeß beseitigt wird, weiß ich nicht.

2. Die Extraktivstoffe des Hafers.

Das Weichwasser des Hafers enthält begreiflicher Weise ebenwohl einen gelben Farbstoff*). Beim Eindampfen desselben zeigt sich zugleich ein ganz angenehmer Geruch, — woher derselbe rührt, ist unbekannt.

Alle diese Extraktivstoffe bieten da, wo man nur Malz zum Brauen verwendet, kein weiteres Interesse. Balling hat eine Methode zum Einquellen empfohlen, bei der die Gerste nur 6—8 Stunden im Wasser liegt und dann auf der Tenne besprengt wird, wobei also von einem Ausziehen der Extraktivstoffe nicht die Rede

*) Stein hat neuerdings die Vermuthung ausgesprochen, daß die Farbstoffe der Getreide dem Rutin (s. §. 139) gleich seien.

sein kann. Durch das Keimen aber werden dieselben zersetzt, — deshalb besitzen die mit solchem Malz gebrauten Biere weder Strohgeschmack noch Schärfe.

Dritter Abschnitt.

Von den Gährungen.

§. 178.

Das Wort „Gährung" wird meistens in sehr engem Sinne genommen, — man spricht allenfalls von einer Alkohol- und Essiggährung. Mit den Ausdrücken „schleimige Gährung" und „faulige Gährung" ist arger Mißbrauch getrieben worden, weil „eben wo Begriffe fehlen, da stellt ein Wort zur rechten Zeit sich ein."

Nachdem sich die trüben Wasser in den Naturwissenschaften etwas verlaufen und die Begriffe sich mehr geläutert haben, hat auch das Wort „Gährung" einen — wenn auch bedeutend erweiterten — doch ganz bestimmten Sinn bekommen.

Man versteht nämlich unter „Gährung" jede Umsetzung der Stoffe, welche unter dem Einfluß von Eiweißstoffen (dieser so leicht zersetzbaren Stoffgruppe) von Statten geht. Daß man dabei die Eiweißstoffe als Gährungs-Erreger oder „Fermente" betrachtet, ist rein nebensächlich und insofern unrichtig, als ja die Mitwirkung von beiden Seiten gleichzeitig da ist.

Der Hauptvermittler aller dieser Bewegungen unter den Stoffen ist das Wasser (s. §. 45). Ohne Wasser die vollständigste Grabesruhe, — mit dem Hinzutritt desselben lebendiges Leben an allen Orten.

So haben wir also eine ganze Reihe von Gährungen, die in unser Braufach hereinragen, zu besprechen.

1. Die Zellstoffgährung

§. 179.

oder der chemische Prozeß des Keimens der Samen — das Malzen — verlangt als Vorbedingung die Mitwirkung einer angemessenen Menge Feuchtigkeit, Wärme und atmosphärischer Luft. Auch die Einwirkung des Lichtes muß ziemlich beschränkt

werden. So überliefert man das Samenkorn ungefähr denselben Verhältnissen, wie wenn es der Landmann „dem dunklen Schooß der heiligen Erde" anvertraut.

Die Feuchtigkeit ist nothwendig, um die Stoffe aus ihrem trägen Schlummer aufzurütteln und zu neuer Bewegung anzuspornen. Das Wasser dringt ein in die trocknen Kanäle des Korns, löst auf, was löslich ist, und damit beginnt das Leben. Doch meide man zuviel Wasser beim Einquellen, weil es dem Korne wesentlich nothwendige Stoffe entführt und das Eindringen der atmosphärischen Luft erschwert.

Die Wärme ist ebenfalls eine Bedingung zur Einleitung des Prozesses, beim Gefrierpunkt bleibt das feuchte Korn bewegungslos. Hat aber die Bewegung erst einmal begonnen und sich durch Bildung neuer Zellen (Keime) manifestirt, so bedarf es keiner fernern Zuführung von Wärmestoff, weil bei der Zellstoffgährung eine ansehnliche Menge Wärmestoff ausgeschieden wird, ja sogar mehr als für die Malzbereitung ersprießlich ist (weshalb die Haufen in „kalten Schweiß" geführt werden müssen).

Wird der atmosphärischen Luft der Zutritt zu dem mit Feuchtigkeit versehenen und auch der nöthigen Wärme nicht entbehrenden Samenkorne verwehrt, so bleibt die Zellstoffgährung aus, — kein Keim bildet sich, wenn ein solches Korn unter einer Oelschicht liegt oder dicht mit Erde bedeckt wird.

Der Einfluß des Lichtes geht aus folgenden Erfahrungen Schleiden's hervor.

Es wurde Gerste in feuchten Sand gesäet und theils mit einem Zinkkasten, theils mit einem Glaskasten überdeckt. Bei Ausschluß des Lichtes zeigte sich die Entwickelung der Keime viel rascher als im Glaskasten. Die raschere Entwickelung der Keime hat aber auch eine weit größere Temperatur-Erhöhung zur Folge. Und die höhere Temperatur ist das Mistbeet, auf dem sich die löslichen Kohlenhydrate des Kornes gar so leicht in Milchsäure umsetzen. Auf der andern Seite aber war bei voller Beleuchtung die Entwickelung des Wurzel- und Blattkeims nur eine geringe. Deshalb hat auch wol die Praxis der Mälzereien, wonach man dem Lichte nur einen gemäßigten Zutritt gestattet, ihren guten Grund, weil sich der Blattkeim denn doch auch gehörig entwickeln soll, denn die durch das Malzen bezweckte Veränderung des Korns findet nur soweit Statt, als der Blattkeim unter der Hülse vorgedrungen ist.

Wir haben es hier natürlich nur mit den chemischen Veränderungen der Körper, welche das Korn zusammensetzen, zu thun. Die Betrachtung der Veränderungen der Formen, welche im Innern des Kornes vor sich gehn, sollen in einem spätern Kapitel (s. den fünften Abschnitt) gegeben werden.

§. 180.

Um über den chemischen Theil ins Klare zu kommen, ist der kürzeste Weg eine Zusammenstellung der Bestandtheile der rohen Gerste und des daraus erhaltenen Malzes und Vergleichung derselben. Es liegen uns darüber zwei vortreffliche Arbeiten vor, — die eine unter Mulder's (in Utrecht), die andere unter Stein's (in Dresden) Leitung ausgeführt. Da aber die Untersuchungsmethoden beider Chemiker nicht überall gleich waren, so lassen die Resultate derselben keine Vergleichung unter einander zu. Ich habe deshalb blos die Angaben Stein's benutzt, zumal das darin gebotene Material reichhaltiger ist.

Für den vorliegenden Zweck, wo es sich lediglich um die Veränderungen beim Keimen handelt, bleiben die Analysen des Darrmalzes außer Acht, — den Einfluß des Darrens s. IV. §. 28.

Die Untersuchungen Stein's ergaben in 100 Theilen wasserfreier Substanz bei

	Gerste	Luftmalz	Keime
Eiweißstoffe, lösliche .	1.542*)	2.131	15.875
„ unlösliche	10.938	9.867**)	14.738
Zellstoffe	19.864	19.676	35.686
Dextrin	6.500	7.559	—
Fett	3.556	2.824***)	—
Aschenbestandtheile . .	2.421	2.291	9.245
Extraktivstoffe	0.896	4.000	—
Stärkemehl	54.282	51.553	—

*) Stein giebt (Polyt. Centralbl. 1860. S. 515) diesen Gehalt mit 1.258 an als Mittel der Versuche 3 und 4 über die Gesammtmenge der Proteïnstoffe. Ich sehe nicht ein, weshalb nicht das Mittel aller vier Versuche genommen werden soll, — und das ist die obige Zahl.

**) Stein hat 9.801; — der Gesammtgehalt an Eiweißstoffen beträgt aber (nach S. 497 f. A.) 11.998, davon gehen ab für lösliche Eiweißstoffe 2.131, bleiben also für unlösliche 9.867.

***) Stein hat am Schluß seiner Arbeit 2.922; — ich kann in den Versuchen (S. 488) keine andere Zahl als die obige finden.

§. 181.

Um aber die Umwandlungen der Stoffe der Menge nach genau vergleichen zu können, muß die Zusammensetzung der Gerste verglichen werden mit der Menge Luftmalz und Keime, welche aus 100 Gerste hervorgegangen sind. 100 Gerste ergeben 92 keimfreies Malz, die dazu gehörigen Keime wogen (bei Stein's Versuchen mit lang gewachsenen Wurzelkeimen) 3.475; folglich geben 100 Gerste 95.475 Luftmalz mit Keimen.

Nun sind enthalten in

	100 Theilen Gerste	92 Theilen Luftmalz	3.475 Theilen Keime
Eiweißstoffe, lösliche .	1.542	1.961	0.552
" unlösliche	10.938	9.078	0.512
Zellstoffe	19.864	18.098	1.240
Dextrin	6.500	6.954	—
Fett	3.556	2.598	—
Aschenbestandtheile . .	2.421	2.108	0.321
Extraktivstoffe	0.896	3.680	—
Stärkemehl	54.282	47.429	—

Summiren wir die Bestandtheile des Malzes und der Keime, so erhalten wir die Bilanz der stofflichen Umwandlung. Dann kommen auf

	100 Theile Gerste	95.475 Luftmalz mit Keimen
Eiweißstoffe, lösliche .	1.542	2.513
" unlösliche	10.938	9.590
Zellstoffe	19.864	19.338
Dextrin	6.500	6.954
Fett	3.556	2.598
Aschenbestandtheile . .	2.421	2.429
Extraktivstoffe	0.896	3.680
Stärkemehl	54.282	47.429

Man hat früher stets die Behauptung gehört, daß der Zweck des Malzens sei, eine möglichst große Menge Zucker im Korn zu bilden. Mulder hat das Irrthümliche dieser Annahme zuerst nach-

gewiesen, er fand nur ½ Procent Zucker im Malz*); — Stein fand nur Spuren und in vielen Fällen gar keinen Zucker.

§. 182.

Die beim Keimen oder der Zellstoff-Gährung stattfindenden Veränderungen lassen sich im Hinblick auf die obige Uebersicht kurz in folgende Sätze zusammenfassen.

Die Gesammt-Menge der Eiweißstoffe vermindert sich um etwa 3 Procent. Die Eiweißstoffe, als die zersetzbarsten Körper im feuchten Korn, werden von den Anfressungen des zutretenden Sauerstoffs zuerst berührt. Für die abhanden gekommenen Eiweißstoffe erhalten wir in der Kellerluft eine Portion Kohlensäure und Stickstoff.

Die Menge der löslichen Eiweißstoffe aber ist auf Kosten der unlöslichen gewachsen. Diese Eiweißstoffe haben aber hauptsächlich eine Wanderung in die Keime angetreten (daher der hohe Futterwerth der Keime). Der Gesammtgehalt an Eiweißstoffen beträgt in den Keimen mehr als 30 Procent, im Malz nur 12 Procent.

Die unlöslichen Eiweißstoffe insbesondere enthalten Phosphor. Es ist bemerkenswerth, daß bei der Umwandlung derselben in lösliche Eiweißstoffe freie Phosphorsäure auftritt (s. §. 81), welche deshalb auch in allen Würzen enthalten ist**) — bei der Hefenbildung wird sie wieder verbraucht, deshalb findet man im Biere keine freie Phosphorsäure mehr.

Die Gesammtmenge der Zellstoffe scheint ebenwol vermindert zu sein, obwol in den Wurzelkeimen eine erkleckliche Menge neugebildeter Zellstoffe auftritt. Da aber die chemische Methode zur Bestimmung der Zellstoffe noch an manchen Mängeln leidet und die Zahlenwerthe doch ziemlich nahe liegen, so muß die Frage wegen der scheinbaren Verminderung der Zellstoffe noch offen bleiben.

---

*) Der süße Geschmack des zerkauten Malzes beweist nichts, weil der Speichel ein vortreffliches und in der Mundwärme rasch wirkendes Verzuckerungsmittel ist.

**) Man kann sich davon leicht durch folgenden Versuch überzeugen. Würze wird mit Kreide (kohlensaurer Kalkerde) versetzt, — es entsteht Aufschäumen und die freie Säure der (das blaue Lackmuspapier röthenden) Würze geht mit dem Kalk in Verbindung. Nun ist die phosphorsaure Kalkerde aber unlöslich und befindet sich deshalb im Bodensatz, den man auf einem Filter mit heißem Wasser wäscht und schließlich in Salzsäure auflöst. Die Salzsäure löst nämlich (sammt der überflüssigen Kreide) auch die phosphorsaure Kalkerde. Nimmt man aber die Säure weg, z. B. durch Zusatz von Ammoniak, so scheidet sich die phosphorsaure Kalkerde als Niederschlag wieder aus.

Der Dextringehalt ist um ein Geringes gestiegen, — vom Fett aber sind etwa 27 Procent durch Verbindung mit Sauerstoff zu Kohlensäure (die in die Kellerluft marschirt) und Wasser (welches im Korn bleibt) geworden.

Die Aschenbestandtheile (d. h. jene unverbrennbaren Stoffe, welche aus dem Ackerboden in das Korn gekommen waren) sind ziemlich unverändert geblieben, — wenigstens liegen die Zahlen nahe genug bei einander, um diese Annahme zu rechtfertigen. Uebrigens können die Aschenbestandtheile durch die Malzbereitung in der That zunehmen, wenn das Einquellen nur kurze Zeit dauert und in hartem Wasser geschieht. — Interessant ist die Wanderung, welche die Aschenbestandtheile angetreten haben aus dem Korn in die Wurzelkeime, — die Malzkörner liefern nur noch 2.291 Procent Asche, die Keime aber 9.245 Procent.

Extraktivstoffe heißen hier wieder diejenigen „unbestimmten" Stoffe, welche sich unter keine der andern Rubriken bringen lassen. Löslich sind sie zwar, aber wir kennen ihre Bedeutung für die Bierfabrikation nicht, — und deshalb müssen wir hier blos das einfache Faktum registriren: die Menge der Extraktivstoffe hat sich mehr als vervierfacht.

Der Gehalt an Stärkemehl, diesem kostbaren Bestandtheil der Getreide, hat sich um fast 13 Procent vermindert; — die Zunahme der Mengen von Dextrin, Extraktivstoffen und neugebildeten Zellstoffen geschah auf Kosten des Stärkemehls. Folgende Rechnung klärt darüber ungefähr auf.

In der Gerste waren	54.282 Stärkemehl,	
im Malz	47.429 "	
Verlust an Stärkemehl		6.853
Dagegen sind		
im Malz	6.954 Dextrin,	
in der Gerste . .	6.500 "	
Zuwachs am Dextrin	0.454;	
im Malz	3.680 Extraktivstoffe,	
in der Gerste . .	0.896 "	
Zuwachs an Extraktivstoffen	2.784	
dazu der Zuwachs an Zellstoffen in den Keimen	1.240	
Insgesammt		4.478

Da nun erfahrungsmäßig eine große Menge Kohlenstoff als Kohlensäure in die Luft geht und der atmosphärische Sauerstoff immer zuerst die löslichen Bestandtheile in Angriff nehmen wird, so haben

wir uns die Umsetzung in Bezug auf die Kohlenhydrate folgendermaßen vorzustellen. Zuerst wird das vorhandene Dextrin verbraucht, theils um dem Sauerstoff in die Arme zu fallen, theils um den Zellstoff des Keims zu bilden (wozu immer eine flüssige, lösliche Form vorausgehen muß). Der Ausfall an Dextrin wird ersetzt aus den Vorräthen des Stärkemehls, — auch die in der Gerste enthaltenen Zellstoffe werden theilweise flüssig und zu einem dextrinartigen Körper (sei es nun Granulose oder eine andere der Zwischenstufen), um in den Keimen wieder zu Zellstoff zu werden.

In diesem Kreislauf des Stofflebens auf Kosten des Stärkemehls findet die Zellstoff-Gährung ihren Hauptausdruck. Für die Zwecke der Brauerei ist damit freilich wenig genützt, — deren Vortheil beruht lediglich darin, daß das Korn durch diesen Proceß aufgelockert, und somit löslicher wird, und daß ein Theil der unlöslichen Eiweißstoffe in die lösliche Form übergeht, was der „Glykosegährung" beim Einmaischen Vorschub leistet.

2. Die Glykose-Gährung.

§. 183.

Aus dem Abschnitt über die Kohlenhydrate wissen wir, daß die Zusammensetzung des Stärkemehls (12 Kohlenstoff, 10 Wasserstoff und 10 Sauerstoff) der Zusammensetzung des Dextrins ganz gleich ist und es also nur einer Umsetzung der Stoffe bedarf, um aus Stärkemehl Dextrin entstehen zu lassen. Soll das Dextrin endlich zu Glykose werden, so brauchen nur 2 Atomgew. des allgegenwärtigen Wassers hinzuzutreten.

Dextrin =	12 Kohlenstoff,	10 Wasserstoff	und	10 Sauerstoff,
2 Atomgew. Wasser =	0 „	2 „		2 „
Glykose =	12 Kohlenstoff,	12 Wasserstoff	und	12 Sauerstoff.

Ueber die Möglichkeit, daß eine solche Umwandlung des Stärkemehls in Dextrin und Glykose ohne Schwierigkeiten zu machen wäre, können wir also beruhigt sein. Aber wie ist sie unter dem Einfluß der Eiweißstoffe, d. h. als „Glykose-Gährung", zu bewerkstelligen? — Registriren wir einige der hierher gehörigen Thatsachen.

§. 184.

Man verwandele Gerstenkörner in Mehl, rühre solches mit warmem Wasser an und lasse es bei einer Temperatur von etwa 50° mehrere Stunden hindurch stehen. Filtrirt man nun, so wird

man in der Flüssigkeit schon durch den Geschmack die Gegenwart von Zucker erkennen. — Wiederholt man denselben Versuch mit Malzmehl, so geht dieselbe Veränderung in kürzerer Zeit vor sich.

Kirchhoff (im Jahre 1812) zerrührte 2 Theile Stärkemehl in 4 Theilen kaltem Wasser, setzte dann unter stetem Umrühren 20 Theile siedendes Wasser hinzu und mischte zu dem hierdurch erhaltenen Kleister 1 Theil gepulverten „Kleber" (s. §. 146). Das Gefäß wurde 8 bis 10 Stunden lang an einen 50 bis 75° warmen Ort gestellt. Schon nach 2 Stunden sah er die Steifigkeit allmälig verschwinden, so daß sich die Flüssigkeit endlich durch Fließpapier filtriren ließ. Die durchgelaufene Flüssigkeit war wasserhell, enthielt etwas freie Säure und gab, nachdem sie bis zur Syrupdicke eingedampft war, an Alkohol, der damit erhitzt und filtrirt wurde, krystallisirbaren Zucker ab; der Rückstand war ein Gummi, welches durch Gerbsäure nicht gefällt wurde (Dextrin). Kirchhoff erwähnt, daß der zurückgebliebene Kleber nichts am Gewicht zu verlieren scheine, aber die Fähigkeit, weitere Stärkemehlportionen zu verzuckern, ziemlich eingebüßt habe.

Im Anfang 1833 erstattete de Saussure Bericht über hierher gehörige Versuche. Er ließ vier verschiedene Eiweißstoffe auf Stärkemehl wirken, — es waren die bereits besprochenen: Kleber (§. 146), Elastin (§. 151), Glutin (§. 150) und Mucin (§. 153). Je 2 Theile Stärkemehl wurden mit 1 Theile eines dieser Eiweißstoffe und Wasser gemischt und das Gemenge blieb bei einer Temperatur von 50 bis 85° stehen. Nach 10 Stunden wurde untersucht, wieviel Dextrin und Zucker gebildet war. Er fand beim

	Mucin	Kleber	Glutin	Elastin
entstandenes Dextrin	15	16.5	6	2
entstandenen Zucker	22	14.5	1.75	1/400

In demselben Jahre traten Payen und Persoz mit ihrer Lehre von der Diastase (s. §. 156) auf.

Wurde Weizenmehl mit Wasser und trockner Hefe angerührt und zwei Stunden an einen warmen Ort gestellt, dann (während sich die Masse in voller Gährung befand) mit Alkohol übergossen und filtrirt: so erhielt man eine reichliche Menge Zucker daraus. — Wurde aber das Gemisch aus Mehl und Hefe gleich mit einem Gemisch aus gleichen Theilen Alkohol und Wasser angerührt und filtrirt, so zeigte sich kaum eine Spur von Zucker gebildet (Mulder).

Magendie mengte einem Kleister frisches Blutwasser bei; bei einer Temperatur von 40° war das Stärkemehl nach wenigen Augenblicken verschwunden und nach einer Viertelstunde konnten Zucker und Dextrin nachgewiesen werden.

Ebenso wirken Speichel, Galle und viele andere thierische Flüssigkeiten.

Enthalten denn — so muß man doch wol fragen — alle diese so verschiedenen Körper „Diastase", kraft welcher sie die Fähigkeit besitzen, das Stärkemehl in Zucker zu verwandeln? — Die Chemie antwortet mit einem ganz entschiedenen „Nein!"

Giebt es denn einen diesen Stoffen gemeinsamen löslichen Bestandtheil, dem man die in Rede stehende Wirksamkeit zumuthen könnte? — Antwort: Die löslichen Eiweißstoffe!

Wie hat man sich die Wechselwirkung zwischen Stärkemehl und Eiweißstoffen vorzustellen, um zur Nothwendigkeit der Zuckerbildung unter bestimmten Verhältnissen zu gelangen? — Das bleibt die Hauptfrage, auf welche aber die Wissenschaft bis jetzt eine Antwort schuldig geblieben ist. Es ist vielleicht ein Wagstück, wenn ich meine Idee darüber zu Markte bringe.

§. 185.

Es ist bekannt, daß alle Eiweißstoffe, welche eine Umwandlung des Stärkemehls zu bewirken vermögen, diese ihre Thätigkeit nur bis zu einer gewissen Gränze hin entfalten können; dann ist ihre Kraft erschöpft. Eben so wenig wie eine Säure eine unendliche Menge eines Körpers aufzulösen und mit sich zu verbinden vermag, eben so wenig können die Eiweißstoffe unendliche Mengen von Stärkemehl auflösen, — sie sind ebenso wie alle andern Stoffe den allgemeinen Verbindungsgesetzen unterworfen. Und weil diese Thatsache der beschränkten Wirksamkeit feststeht, nehme ich an, daß die Eiweißstoffe so viel Stärkemehl auflösen, als sie mit sich verbinden können. Ich habe S. 138 bereits erwähnt, daß die Glykose das in der Kälte unlösliche Glutin löslich macht, — das wäre ein Beispiel einer solchen Verbindung eines Eiweißstoffs mit einem Kohlenhydrat. Auch zwischen Dextrin und Eiweißstoffen existirt eine solche Verbindung, auf die ich S. 123 hingewiesen habe. So bringt der Associationstrieb der löslichen Eiweißstoffe das reaktionäre Stärkemehl ebenso in Fluß,

wie der Associationstrieb*) der Säure Eisen und Stein zu lösen vermag. Und ebenso wie jede Verbindung bei einer gewissen Temperatur, wo der Wärmestoff die zu verheirathenden Stoffe erst zur angemessenen Größe ausrecken muß, am besten von Statten geht, — ebenso giebt es auch eine beste Verzuckerungs-Temperatur zwischen 65 und 75°. Die gebräunten Eiweißstoffe (s. §. 152) allerdings wirken nicht auf das Stärkemehl ein, deshalb verliert das „Diastas" seine zuckerbildende Kraft bei jenen Temperaturen, bei denen die Umwandlung der Eiweißstoffe in die braune Form geschieht — deshalb verliert auch Malz in ozonisirter Luft rasch das Vermögen, eine tadellose Würze zu bilden. Vermuthlich existiren also keine Verbindungen zwischen den braunen Eiweißstoffen und Glykose.

Die gewöhnliche Ansicht, wonach das „Diastas" bis zu gewissen Grenzen mit der zuckerbildenden Kraft ausgerüstet ist, hat in ihren Konsequenzen einige Lehren auf's Tapet gebracht, die mit der Erfahrung im grellsten Widerspruch stehen. Man hat z. B. gesagt, daß wenn alles Stärkemehl in Zucker verwandelt werden sollte, man nur reines Malz anwenden dürfe; bei der Mitverwendung von ungemalztem Getreide bliebe ein Theil des aufgelösten Stärkemehls auf der Dextrinstufe stehen und werde nicht zu Zucker, weil die Kraft des Diastas dazu nicht mehr hinreiche. Daß dem aber nicht so ist, ersieht man am einfachsten aus den Gährungserfolgen in den Kartoffelbrennereien. Und zudem ist ja bekannt, daß die Kraft des Diastas sich eigentlich bewähren soll an den Mauern des unlöslichen Stärkemehls und einiger Zellstoffe, — das lösliche Dextrin geht sogar ohne die Mitwirkung des Diastas allenfalls in Zucker über. Uebrigens ist diese Lehre nur ersonnen, um eine theoretische Unterlage für die Erklärung des substantiösen Charakters mancher Biere zu haben, — und da mußte das Dextrin herhalten. Da sagte man, daß durch das in Bayern übliche Dickmaischkochen ein Theil des Diastas zerstört werde, so daß der Dextringehalt im Biere vorherrschend sei. — Mulder behauptet sogar (S. 261), daß man durch Zusatz von Rohfrucht zum Malze ein nährendes, dickes Bier erhalte, während das Bier von reinem Malz zu stark und al-

*) Man hat diesen die ganze Welt voll Stoffe (bis zum Menschen hinauf) beherrschenden Trieb in den engern Grenzen der gewöhnlichen Chemie „prädisponirende Verwandtschaft" genannt.

koholreich, dabei aber dünn sei. Gerade im Gegentheil werden bei gleichem Brauverfahren (Infusion oder Dekoktion) die Biere aus reinem Malz stets substantiöser sein als die mit Rohfruchtzusatz gebrauten. Solche Irrlehren sind die Folgen theoretischer Luftschlösser.

§. 186.

Die Wassermenge, welche erforderlich ist, um die Glykose-Gährung oder den Maisch-Prozeß in vollendetster Weise durchzuführen, hat man ebenfalls in Beziehung gebracht zu der Dextrinmenge, welche in der Auflösung sei, ohne zu Glykose zu werden. Man hat die Behauptung aufgestellt, daß man die zu einem Gebräu erforderliche Wassermenge in der Weise theilen müsse, daß die größtmöglichste Menge zum Maischen (und nur ein kleiner Theil zum Auswaschen der Treber, dem Nachguß) verwendet werden dürfe. Dadurch erhalte man recht viel Glykose, bei wenigem Wasser aber bleibe viel Dextrin in der Würze. Wie man auf diese Idee verfallen konnte, bleibt mir ein Räthsel. Daß die Annahme der Erfahrung widerspricht, zeigen folgende Zahlen. Auf je 100 Pfund Malz nimmt man in England gewöhnlich nur 280 Pfund*) Maischwasser, — in Böhmen verbraucht man für dieselbe Malzmenge 560 Pfund Wasser**), — in den meisten rationell betriebenen Brauereien Deutschlands verwendet man 420 Pfund Wasser. — Wäre nun die obige Behauptung richtig, so müßten die englischen Biere reich an Dextrin und die böhmischen Biere arm an Dextrin sein, — eine Untersuchung in dieser Richtung bestätigt das nicht; im Gegentheil zeigen die ausgegohrenen englischen Biere einen weit vollständigern Vergährungsgrad als die böhmischen, weil die Braumethoden verschieden sind (in England „Infusion", in Böhmen „Dekoktion").

§. 187.

Schließlich will ich noch einen Punkt erwähnen, der weiterer Aufklärung bedarf, — er betrifft die Menge der Glykose, welche man aus Stärkemehl erhält.

Der Rechnung nach gestaltet sich der Prozeß in folgender Weise. Die Bestandtheile des Stärkemehls sind:

---

*) Auf einen Quarter Malz (= 324 Pfd.) 2½ Barrel (à 360 Pfd.) Wasser.

**) Auf je ein Metzen Malz (= 50 Pfund) 150 Maaß (= 375 Pfund) Wasser insgesammt, wovon ¾ zum Maischen und ¼ zum Nachguß.

$$\begin{array}{lll} \text{12 Kohlenstoff} = 12 \times 6^{*)} & = 72 \\ \text{10 Wasserstoff} = 10 \times 1 & = 10 \\ \text{10 Sauerstoff} = 10 \times 8 & = \underline{80} \\ \text{1 Atomgewicht Stärkemehl, also} & = 162 \end{array}$$

Dazu treten 2 Atomgewichte Wasser, bestehend aus

$$\begin{array}{ll} \text{2 Wasserstoff} = 2 \times 1 = & 2 \\ \text{2 Sauerstoff} = 2 \times 8 = & \underline{16} \\ \text{2 Wasser also} = & 18 \end{array}$$

Dadurch haben wir Glykose erhalten und es müssen also aus 162 Stärkemehl 180 (die 162 + 18) Glykose oder aus 100 Stärkemehl 111 Glykose entstehen.

Nun erhielten aber

Brunner (durch Verzuckern von 100 Kartoffelstärke mit Schwefelsäure) . . . . 107 Glykose,
de Saussure (auf gleichem Wege) . . . . 110 „
Oudemans (desgl.) . . . . 108—109 „
Balling (desgl.) . . . . 91½ „

Wie lassen sich diese Abweichungen erklären? was ist denn aus den abhanden gekommenen Stoffen geworden?

Zwei Umstände scheinen erwogen werden zu müssen: 1) das Stärkemehl enthält stets mehr oder weniger Eiweißstoffe in Verbindung mit der Amylo-Cellulose (s. §. 113) und diese liefern keinen Zucker; 2) aber wird auch nicht alle Amylo-Cellulose (wenigstens nicht die mit Eiweißstoffen verbundene) aufgelöst. Die ungemein geringe Ausbeute Balling's kann ich mir nur dadurch erklären, daß derselbe kein wasserfreies, sondern lufttrocknes Stärkemehl (mit etwa 12 % Wasser) verwendet haben mag.

Uebrigens ist hier der Platz, um auf eine noch nicht aufgeklärte Erscheinung, die jedem Brauer bekannt ist, hinzuweisen. Mit dem massenhaftern Auftreten der Glykose beim Maischen zeigt sich ein Schaum, der offenbar Folge einer Gasentwicklung ist, — diese aromatisch riechenden Stoffe, welche das Brauhaus und die Umgebung erfüllen, sind doch auch ein Verlust an Substanz!

3. Die Wein-Gährung.

§. 188.

Das Zerfallen der Glykose unter dem Einfluß der Hefe*) findet der Hauptsache nach in der Weise statt, daß aus den Bestand-

*) 6 ist das Atomgewicht des Kohlenstoffs.

**) Das Kapitel über die Hefe und ihr Leben folgt, um Irrthum zu vermeiden, erst später.

theilen der Glykose Alkohol und Kohlensäure werden und der Alkohol sich gleichzeitig mit Eiweißstoffen, die der Hefe entnommen sind, verbindet und jenen Körper darstellt, der S. 143 als „reiner Wein" charakterisirt wurde. Das ist die Weingährung.

Die Verbindung des Alkohols mit Eiweißstoff ist in der That so innig, daß die Temperatur bis zum Siedepunkt des Alkohols gesteigert werden kann, ohne daß sie zersetzt wird, — erst bei viel höherer Temperatur scheidet sich der Eiweißstoff aus und der Alkohol destillirt ab.

In der Existenz dieser Verbindung finde ich Grund genug für den Eintritt der Gährung selbst. Dieselben Gründe, welche ich §. 185 aufgeführt habe für die räthselhafte Auflösung des Stärkemehls durch Eiweißstoffe, sind es auch, welche mich hier leiten, indem ich annehme, daß die in den Hefenzellen vorhandene eigenthümliche Verbindung eines Eiweißstoffs mit mehr Sauerstoff (s. §. 154) es ist, welche die Glykose zerfallen macht, damit eine Verbindung mit dem Alkohol entstehen kann, — gerade so, wie der lösliche Eiweißstoff das Stärkemehl in Glykose verwandelte, damit er sich mit derselben vermählen kann. Mir wenigstens gewährt diese Ansicht mehr Einsicht in die Gährungserscheinungen als alle übrigen Theorien, mit deren Aufzählung ich den Leser nicht behelligen will, zumal man sie ja doch in jeder Gährungschemie nachlesen kann.

§. 189.

Betrachten wir uns zunächst die Umwälzung in der staatlichen Ordnung der Glykose, wenn dieselbe in Alkohol und Kohlensäure zerfällt. Es werden dabei aus 1 Atomgew. Glykose 2 Atomgew. Alkohol und 4 Atomg. Kohlensäure; die Bestandtheile der beiden letztern zusammenaddirt, muß also die Zusammensetzung der Glykose ergeben:

2 Alkohol	= 8 Kohlenstoff,	12 Wasserstoff,	4 Sauerstoff,
4 Kohlensäure	= 4 „	0 „	8 „
1 Glykose	= 12 Kohlenstoff,	12 Wasserstoff,	12 Sauerstoff.

Wird die Frage aufgeworfen: wieviel Alkohol aus der Zersetzung von 100 Glykose hervorgehen kann? so beantwortet sich diese nach dem vorstehenden Schema in folgender Weise:

1 At. Glykose	12 At. Kohlenstoff	$= 12 \times 6 =$	72
	12 „ Wasserstoff	$= 12 \times 1 =$	12
	12 „ Sauerstoff	$= 12 \times 8 =$	96
			180 Gewichtsth. Glykose

geben

2 At. Alkohol	8 At. Kohlenstoff	=	8 × 6 = 48
	12 „ Wasserstoff	=	12 × 1 = 12
	4 „ Sauerstoff	=	4 × 8 = 32
			92 Gewichtsth. Alkohol.

Also erhalten wir aus 100 Glykose

$$180 : 92 = 100 : x = 51.11 \text{ Alkohol},$$

— beiläufig also die Hälfte.

Allein so einfach gestaltet sich der Prozeß nicht immer. Außer dem gewöhnlichen Alkohol können auch noch andere sogenannte fremde Alkohole entstehen, wie §. 160 bereits erwähnt wurde.

So können entstehn aus 3 At. Glykose 4 At. Propyl-Alkohol (§. 160), 12 At. Kohlensäure und 4 At. Wasser, wie folgendes Schema zeigt.

4 Propylalkohol	= 24 Kohlenstoff,	32 Wasserstoff,	8 Sauerstoff,
12 Kohlensäure	= 12 „	0 „	24 „
4 Wasser	= 0 „	4 „	4 „
3 Glykose	= 36 Kohlenstoff,	36 Wasserstoff,	36 Sauerstoff.

Oder es bildet sich Butyl-Alkohol (§. 160), indem 1 At. Glykose zu 1 At. Butyl-Alkohol, 4 At. Kohlensäure und 2 Wasser wird, auf folgende Weise:

1 Butylalkohol	= 8 Kohlenstoff,	10 Wasserstoff und	2 Sauerstoff,
4 Kohlensäure	= 4 „	0 „ „	8 „
2 Wasser	= 0 „	2 „ „	2 „
1 Glykose	= 12 Kohlenstoff,	12 Wasserstoff und	12 Sauerstoff.

Oder 5 At. Glykose zerfallen in 4 At. Amyl-Alkohol (§. 160), 20 Kohlensäure und 12 Wasser, wie nachstehend zu ersehen.

4 Amylalkohol	= 40 Kohlenstoff,	48 Wasserstoff und	8 Sauerstoff,
20 Kohlensäure	= 20 „	0 „ „	40 „
12 Wasser	= 0 „	12 „ „	12 „
5 Glykose	= 60 Kohlenstoff,	60 Wasserstoff und	60 Sauerstoff.

Es bedarf wol kaum der Erwähnung, daß diese sämmtlichen Alkohole auch neben einander auftreten können.

§. 190.

Die Wirkung der Hefe kann sich nun aber in zwei sehr verschiedenen Weisen geltend machen. Die Zersetzung der Glykose kann geschehen unter gleichzeitiger vollständiger Aufreibung der Hefenzelle, die ihres Inhalts an Eiweißstoffen ziemlich quitt werden; — dieser Fall tritt ein, wenn eine Auflösung von reiner Glykose mit Hefe zur Vergährung gebracht wird. Oder aber die Glykose-Auflösung enthält auch noch Eiweißstoffe aufgelöst, auf deren Kosten die Hefe

fortwachsen und sich vermehren kann, wie das bei der Biergährung der Fall ist.

In beiden Fällen zeigt der Gährungsverlauf einen wichtigen Unterschied bezüglich seiner Produkte. Im ersten Falle bekommen wir nichts als die Verbindung des Hefen-Eiweißstoffes mit einem der Alkohole. Im andern Falle aber soll der Zellinhalt der neugeborenen Hefe aus den Eiweißstoffen der Würze entnommen werden. Erinnern wir uns, daß die Eiweißstoffe des Hefenextraktes noch mehr Sauerstoff enthalten als die gebräunten Eiweißstoffe der Würze. Woher wird dieser Sauerstoff genommen? —

Das Wasser liefert ihn. Wenn Wasser Sauerstoff abgiebt, so bleibt natürlich Wasserstoff übrig und — da dieser nicht unter den bei der Gährung entwickelten Gasen gefunden wird — was ist aus ihm geworden? — Er hat sich mit etwas Glykose verbunden, um Glycerin (s. §. 142) zu bilden. Der Wasserstoff von 4 Atomg. Wasser macht aus einem Atomg. Glykose 2 Atomg. Glycerin.

1 Glykose	=	12 Kohlenstoff,	12 Wasserstoff,	12 Sauerstoff,
dazu		0 „	4 „	0 „
2 Glycerin	=	12 Kohlenstoff,	16 Wasserstoff,	12 Sauerstoff.

Wir verdanken Pasteur den Nachweis des Glycerin in den gegohrenen Flüssigkeiten. Er ist aber im Irrthum, wenn er dasselbe als den Begleiter jeder Weingährung betrachtet. Reine Glykose mit Hefe vergohren liefert kein Glycerin, — das Glycerin ist nur Folge der Hefenbildung.

Daß bei der Weingährung auch eine geringe Menge einer Säure gebildet wird, war längst bekannt. Man hielt sie früher für Milchsäure. Schmidt zeigte, daß es Bernsteinsäure ist, und Pasteur hat dasselbe beobachtet. Ueber den Zusammenhang zwischen dem Auftreten der Bernsteinsäure und dem Verschwinden der Glykose wissen wir derzeit noch nichts.

§. 191.

Mit der Zersetzung der Glykose ist eine Veränderung des specifischen Gewichts der gährenden Flüssigkeit verknüpft. Eine Glykose-Auflösung ist schwerer als Wasser, — der durch die Gährung entstandene Wein dagegen ist leichter als Wasser. Folge davon ist, daß das specifische Gewicht einer reinen Glykoselösung sich fortwährend vermindern und schließlich noch unter das des Wassers herabgehen wird. Bei den Bierwürzen freilich schreitet die Verminderung des specifischen Gewichtes nur so weit fort, bis ihr die unvergähr-

baren Bestandtheile des Malzextraktes (Eiweißstoffe, Dextrin u. s. w.) Halt gebieten.

Es liegt auf der Hand, daß man aus der fortschreitenden Verminderung des specifischen Gewichtes auch auf die fortschreitende Zersetzung der Glykose muß schließen können.

Die sorgfältige Ermittelung des dazu einzuschlagenden Weges verdanken wir den Bemühungen Balling's, der sie zum Gegenstand seiner Attenuations*)-Lehre machte. Diese Lehre ist rein unentbehrlich für die Ueberwachung des Bieres im Lagerkeller und bietet außerdem eine einfache Methode zur Untersuchung fertiger Biere.

Merken wir uns vorläufig daraus nur Folgendes:

§. 192.

Balling bedient sich dabei des Saccharometers (s. S. 25) und rechnet also nicht mit „specifischen Gewichten", sondern mit Saccharometergraden.

Bei der saccharometrischen Kontrole über eine gährende Flüssigkeit wird diese zunächst durch anhaltendes Schütteln von der aufgelösten Kohlensäure befreit — bei sehr genauen Versuchen bedarf es auch einer Filtration**) zur Beseitigung der Hefe —, worauf das Saccharometer eingesenkt wird. Unter gehöriger Berücksichtigung der Temperatur (s. S. 26) werden die Grade abgelesen.

Die Prüfung vor und während oder nach der Gährung zeigt einen Unterschied der Saccharometergrade. Es muß eine Zahl geben, welche, mit dem Unterschied der Grade multiplicirt, sofort die verschwundenen Zuckerprocente ergiebt. Oder — wenn man den geistigen Gehalt der gegohrenen Flüssigkeit ins Auge faßt — es muß eine andere Zahl geben, welche, mit der Differenz multiplicirt, den Alkoholgehalt des Bieres ergiebt. Diese letztere Zahl hat Balling den „Alkoholfaktor" genannt.

§. 193.

Bei der Bestimmung des Alkoholfaktors durch zahllose Versuche fand Balling, daß diese Zahl nicht für alle gährende Flüssigkeiten dieselbe ist, sondern daß sie auch abhängig ist von der Concentration derselben vor der Gährung.

Die Alkoholfaktoren sind aber auch (bei gleichen Concentrationen)

---

*) „Attenuation" heißt soviel wie „Verdünnung".

**) Das Filter darf dabei nicht mit Wasser benetzt werden, um eine Verdünnung der Würze zu vermeiden.

nicht dieselben bei einer reinen Glykoselösung und einer Bierwürze. Warum sie nicht dieselben sein können, ist schon aus folgender Betrachtung ersichtlich.

Bei der Gährung einer Glykoselösung wird Hefenextrakt aufgelöst, um Wein bilden zu können, es entsteht aber kein Glycerin, — bei einer Würzegährung werden Eiweißstoffe und Dextrin zur Hefenbildung verwendet, also ausgeschieden, aber es wird gleichzeitig Glycerin gebildet.

Ferner ist die bei der Gährung entwickelte Kohlensäure mit Wassergas stark beladen. Die Menge der Kohlensäure — also auch der Wasserverlust — ist abhängig von der Menge der zersetzten Glykose. Nun ist aber bei gleichen Saccharometergraden eine Bierwürze ärmer an Glykose, als eine reine Glykoselösung.

Aus diesem Wirrwarr von Stoffwechsel, wo die Produkte das Saccharometer bald heben, bald sinken lassen würden, notiren wir vorläufig die Erfahrungs-Resultate Balling's in der nachstehenden Tabelle.

Zeigt die Flüssigkeit vor der Gährung Saccharometergrade	so ist der Alkoholfaktor	
	bei reiner Glykose	bei Bierwürze
6	0.4312	0.4073
7	0.4330	0.4091
8	0.4348	0.4110
9	0.4367	0.4129
10	0.4386	0.4148
11	0.4405	0.4167
12	0.4424	0.4187
13	0.4444	0.4206
14	0.4464	0.4226
15	0.4484	0.4246
16	0.4504	0.4267
17	0.4524	0.4288
18	0.4545	0.4309
19	0.4566	0.4330
20	0.4587	0.4351

§. 194.

Die Anwendung eines solchen Alkoholfaktors ist also folgende. Eine Würze von z. B. 11 Saccharometergraden zeigt nach der Hauptgährung noch 4 Grade. Durch die Gährung stellt sich also eine Differenz von 11 weniger 4 = 7 Graden heraus. Diese Differenz mit dem zugehörigen Alkoholfaktor 0.4167 multiplicirt giebt 7 × 0.4167 = 2.9169 als die Menge Alkohol, welche in je 100 Gewichtstheilen Bier enthalten ist.

§. 195.

Die vorhin erwähnten zwei verschiedenen Weingährungen — mit und ohne Hefenbildung — zeigen, außer dem Unterschied in den chemischen Produkten, auch noch in Bezug auf die Wärme-Erscheinungen Verschiedenartigkeiten. Ich habe darüber im Jahre 1858 Versuche in größerm Maaßstabe angestellt, deren Resultate wichtig genug sind, um sie etwas ausführlicher zu besprechen.

Einerseits wurde eine Auflösung von Zucker (Rohrzucker) mit Hefe in Gährung gebracht, wobei also Hefe verbraucht wird; — andrerseits wurde Bierwürze mit Hefe gestellt, wobei bekanntlich Hefe neugebildet wird. Die dabei vorherrschenden Temperaturen wurden in gleichen Zeiträumen beobachtet. Hier sind die Resultate.

Die Zuckerauflösung wurde mit Unterhefe (etwa 1/4 Kilogramm dickbreiiger Hefe auf 15 Liter der Zuckerlösung von 12.7% Gehalt versetzt und in einem verdeckten Holzgefäß der Gährung überlassen. Dabei zeigten sich:

Tag der Beobachtung.	Temperatur des Kellers.	Temperatur der gährenden Flüssigkeit.	Saccharometer-Procente.	Differenz der Saccharometer-Procente.	Bemerkungen.
April					
12	8.8° C.	8.8° C.	12.7	0.8	*) Die höhere Kellertemperatur am 18. hat die Gährung wieder beschleunigt, bei gleichzeitigem Sinken der Temperatur der Flüssigkeit.
13	9°	8.4°	11.9	2.1	
14	9.4°	8.4°	9.8	2.0	
15	9°	8.4°	7.8	1.7	
16	9°	8.5°	6.1	1.5	
17	9.2°	9.4°	4.6	1.3	
18	10°	9.4°	3.3	1.3*)	
19	10°	9.0°	2.0		

Es geht daraus hervor, daß bei der Gährung reinen Zuckers, wobei die Hefe konsumirt wird, nicht nur keine Temperaturerhöhung eintritt, sondern daß sogar die Temperatur der Flüssigkeit konstant unter die Temperatur des Gährraums herabgeht, so lange die Zuckerzersetzung dauert. Durch dieses Faktum wird zunächst die massenhafte Gasentwicklung, wobei eine große Menge Wärmestoff verbraucht (latent) wird, mit den übrigen wissenschaftlichen Principien wieder in Einklang gebracht. Daß dieser Wärmeverbrauch oder die demselben entsprechende Temperatur-Erniedrigung gleichen Schritt halten muß mit der Gasentwickelung oder dem derselben zu Grunde liegenden chemischen Proceß, ist an und für sich klar. Aber auch die obigen Messungen zeigen, daß bei der höchst gleichmäßig fortschreitenden Attenuation (s. §. 191) auch eine eben so gleichförmige Wärmeabsorption (Temperaturerniedrigung) Platz greift.

§. 196.

Da nun die bei der Gährung der Bierwürzen und des Mostes auftretenden Wärmemengen ihre Entstehung nicht auf die Zersetzung des Zuckers zurückführen können, so erübrigt für deren Herkunft nichts Anderes als die Zellenbildung bei der Ausscheidung der Hefe. Jene Eiweißstoffe, welche in den der Gährung unterworfenen Flüssigkeiten gelöst waren, gestalten sich unter Verdichtung und damit verbundener Wärme-Entwickelung zu Zelleninhalt. Offenbar muß auch wiederum Wärme latent werden, wenn dieser Zelleninhalt theilweise wieder gelöst wird, wie bei der Gährung reiner Zuckerlösungen. Folgerichtig auch muß ferner die Summe der ausgeschiedenen Wärmemengen in geradem Verhältniß stehen zu der Summe des neugebildeten Zelleninhalts, — sie bildet den Maaßstab für die stattgefundene Zellenbildung. Zwei Gährungsversuche, von etwas rascherem Verlauf als die gewöhnlichen Untergährungen, wurden in der Art eingeleitet, daß die beiden neben einander stehenden Bottiche gleiche Mengen (je 85 engl. Kubikfuß) derselben Würze bekamen, — dagegen aber erhielt der eine Bottich nur 10 Pfd. Stellhefe, während der andere 30 Pfd. bekam. Es liegt auf der Hand, daß im letzteren Falle die Zellenbildung der Menge nach bedeutend größer sein mußte in einer gewissen Zeit, oder — was dasselbe ist — daß in gleichen Zeiträumen größere Wärmemengen ausgeschieden werden mußten. Die Ergebnisse der beiden Versuche sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Zeit der Beobachtung: Tag	Stunde		Temperatur des Gährkellers.	I. Mit 30 Pfd. Hefe. Temperatur der Würze.	Saccharometer-Procente.	Differenz der Saccharometer-Proc.	Stadium der Gährung.	II. Mit 10 Pfd. Hefe. Temperatur der Würze.	Saccharometer-Procente.	Differenz der Saccharometer-Proc.	Stadium der Gährung.
April											
10	2	Mittags	13° C.	11° C.	9.3		mit Hefe gestellt	11° C.	9.3		mit Hefe gestellt
	9	Abends	10.2	11.4	9.0	0.3	rahmt stark	10.6	9.2	0.1	rahmt
11	7	Morgens	9.4	11.8	8.5	0.5	Beginn der Kräusen	10.6	8.9	0.3	rahmt stark
	7½	Abends	9.4	12.4	7.7	0.8	niedere Kräusen	10.8	8.4	0.5	niedere Kräusen
12	7	Morgens	8.9	12.6	6.9	0.8	hohe Kräusen	11.2	7.9	0.5	hohe Kräusen
	6½	Abends	9.2	12.9	6.3	0.6	hohe Kräusen	11.4	7.2	0.7	hohe Kräusen
13	7½	Morgens	9.	12.9	5.7	0.6	Beginn des Hefentriebs	11.6	6.5	0.7	hohe Kräusen
	10½	Abends	9.4	12.9	5.1	0.6	Hefentrieb	12.	5.9	0.6	Hefentrieb
14	7½	Morgens	9.2	12.4	4.7	0.4	starker Hefentrieb	12.	5.5	0.4	desgl. } alle ausgeschiedene
	7½	Abends	9.2	11.8	4.5	0.3	desgl. } dabei wurde viel Hefe an der Decke	12.	5.1	0.4	desgl. } Hefe ging zu
15	7	Morgens	9.2	11.7	4.3	0.2	desgl. } ausgeschieden	12.	4.7	0.4	desgl. } Boden.
	10	Abends		11.5	4.2	0.1		11.8	4.4	0.3	
16	7	Morgens		11.4	4.2	0.		11.8	4.2	0.2	

Das Maximum der Temperatur trat bei dem Versuche I. am 12. April Abends ein. Ist diese Temperaturerhöhung Folge der Zellenbildung, so mußten also auch kurz vorher die größten Hefenmengen producirt sein. Nun sehen wir aus der Spalte „Differenz der Saccharometer-Anzeigen", daß kurz vorher die größten Zuckermengen zersetzt waren. Und das ist es, was bisher irre geleitet hat. Man hat außer Acht gelassen, daß die Zuckerzersetzung und die Hefenbildung nur in diesem Falle Hand in Hand gehen. Es ist ein Verdienst Balling's, längst auf dem Wege des Versuchs nachgewiesen zu haben, daß die neugebildete Hefe stets in demselben unwandelbaren Verhältniß zu der zersetzten Zuckermenge steht. Dieser Satz ist mehrfach bestritten worden, — wir werden deshalb darauf zurückkommen müssen, nachdem wir das Resultat der beiden Versuche nach allen Richtungen betrachtet haben. Beim Versuch II haben wir erst am 13. April Abends die höchste Temperatur und wiederum kurz vorher die größten Differenzen der Saccharometer-Anzeigen.

Die Temperatur sehen wir ferner einige Zeit auf dem Gipfelpunkt stationär werden und dann sinken trotz der fortdauernden Attenuation. Ohne Zweifel ist es hauptsächlich die entweichende Kohlensäure, welche hier als abkühlendes Element in Rechnung gezogen werden muß. Die Attenuation nimmt stufenweise ab, die durch die gleichzeitige Zellenbildung producirten Wärmemengen werden immer dürftiger, — das Gas aber entweicht mit den Wärmemengen, welche das Produkt der vorausgegangenen intensiveren Zellenbildung waren. Wir wollen nun den Versuch machen, die Wärmemengen, welche bei beiden Experimenten sich frei gemacht haben, annähernd zu vergleichen. Da die Flüssigkeitsmengen gleich waren und ihre Temperaturen in gleichen Zeitintervallen notirt wurden, — da ferner die Wärmeverluste durch die Kohlensäure annähernd dieselben sind, sobald man die beiderseitigen Notirungen bis zu gleicher Saccharometer-Anzeige heranzieht, so muß uns die Summe der Thermometergrade für diese beiden Zeitabschnitte belehren, ob der Prozeß in beiden Fällen dieselben Wärmemengen geliefert hat. Halten wir den Punkt fest, wo die Saccharometer-Anzeige bis auf 4.2 Proc. herabgegangen war. Bei I fand das am 15. April Abends statt. — Die Summe der bis dahin beobachteten Thermometergrade ergiebt 716°. Bei II haben wir diese Attenuation (= 4.2 Proc.) erst am Schlusse des Versuchs und addiren deshalb sämmtliche Thermometer-Anzeigen = 752°.

Berücksichtigt man nun, daß das Kohlensäuregas aus dem Bottich I mit höherer Temperatur entwich als das aus dem Bottich II, — daß also die restirenden Wärmemengen geringer ausfallen mußten, so ist das Resultat hinreichend übereinstimmend, um zunächst den Schluß zu rechtfertigen, daß hier für gleiche Differenzen der Saccharometer-Anzeigen (d. h. für gleiche Mengen zersetzten Zuckers) auch gleiche Wärmemengen frei werden. Da wir nun aber aus der Gährung reinen Zuckers ersehen haben, daß diese Zuckerzersetzung keine Wärmequelle ist, dieselbe vielmehr im vorliegenden Falle in der Zellenbildung zu suchen ist, — da ferner die Zellenbildung proportional ist dem dazu verbrauchten Stoff, so formuliren wir unsern Satz dahin: die Neubildung gleicher Hefenmengen, als Grund der Ausscheidung gleicher Wärmemengen, ist proportional der zersetzten Zuckermenge.

§. 197.

Um möglichst verständlich zu werden, wiederholen wir die Sache in anderer Form:

Die Wärmeentwickelung war proportional der stattgefundenen Zuckerzersetzung; —

weil aber nicht die Zuckerzersetzung, sondern die Zellenbildung die alleinige Wärmequelle ist, so ist auch

die Wärmeentwickelung proportional der stattgefundenen Zellenbildung, —

folglich ist auch

die Zuckerzersetzung proportional der Zellenbildung.

Es ist dies dasselbe Resultat, welches Balling erhielt, als er die bei der Gährung gebildeten Hefenmengen durch direkte Wägung bestimmte. Dieses „Balling'sche Gesetz" sagt nämlich, daß die zersetzten Zuckermengen (oder die durch Gährung entstandenen Alkoholmengen) stets proportional sind den neu gebildeten Hefenquantitäten.

§. 198.

Schließlich darf nicht unerwähnt bleiben, daß jede Weingährung von elektrischen Erscheinungen begleitet ist (vergl. §. 40). Man hat neuerdings wieder oft der Elektricität eine Mission zugetheilt, welche — da sie ja beim wichtigsten Prozeß in der Bierbrauerei, der Gährung nämlich, unvermeidlich bleibt — gewiß bei weitem übertrieben ist. Darum — — lassen wir das Feuer zu Kohlen werden!

4. Aldehyd-Gährung.

§. 199.

Ob diese Gährung beim Bier bisweilen vorkommt, kann ich mit Sicherheit noch nicht annehmen, — wahrscheinlich ist mir's aber. Bei der Gährung des Maisches (d. h. der zerquetschten und nicht gekelterten Trauben) einer einzigen Rebsorte tritt die Aldehyd-Gährung ganz regelmäßig ein, es ist beim „schwarzen Frühburgunder."

Wenn der Maisch dieser Traube die Gährung zum größten Theil in verdeckten Bottichen (wobei sich die Temperatur natürlich ziemlich steigert) durchgemacht hat, so entwickelt sich ein durchdringender, das ganze Lokal erfüllender Geruch nach Essigsäure. Als ich zum ersten Mal an eine solche Gährung herantrat, glaubte ich die Gährung beendet und den Wein durch nachlässige Behandlung der Essig-Gährung verfallen. Schon die Fortdauer der Gährung machte mich stutzig. Als aber nach einigen Tagen der Essiggeruch schwächer ward, anstatt zuzunehmen, schenkte ich der Versicherung des Weinproducenten: „daß diese Gährungserscheinung beim Frühburgunder stets eintrete und der daraus hervorgehende Wein dennoch nicht essigsauer sei" — schon mehr Vertrauen. Eine Untersuchung des Mostes konstatirte alsbald, daß nur Spuren von Essigsäure darin enthalten waren, während die Kellerluft mit Essigdämpfen hochschwanger ging. Es lag also am Tage, daß ich es hier mit einer Aldehydbildung zu thun hatte, — die Temperatur des Maisches war höher als der Siedepunkt (22°) des Aldehyd und es konnte deshalb nichts von letzterem in der Flüssigkeit enthalten sein, — er entwich in die Kellerluft, wo er sich mit Sauerstoff verband und zu Essigsäure wurde.

Bei der ebenerwähnten Gährung war schon der größte Theil der Glykose zersetzt, — eine schützende Decke von Kohlensäure, die den Andrang des atmosphärischen Sauerstoffs in den offenen Bottich hätte abwehren können, konnte nicht zu Stande kommen, weil die durch die Kohlensäure emporgehobenen Trester regelmäßig wieder untergerührt und durchgemaischt wurden. Es scheint darnach, als wenn der allerdings durch die unaufhörliche Kohlensäure-Entwickelung beschränkte Luftzutritt — zumal bei der der Aldehydbildung günstigen höhern Temperatur — nur so viel oder so wenig Sauerstoff zutreten ließe, um aus der entstandenen Alkohol-Verbindung Aldehyd hervorgehen zu lassen (s. §§. 161 und 173).

Diese Gährungserscheinung beim Wein kam mir augenblicklich in Erinnerung, als mir ein Bierbrauer aus Holland erzählte, daß ein nach Ostindien exportirtes obergähriges Flaschenbier dort sauer angekommen, deshalb zurückgesandt und bei der Ankunft in Holland tadellos befunden worden war. Da an die Umkehr eines sauren Bieres auf den Tugendpfad der Glykose so leicht nicht zu denken ist, so wird hier eine Geruchstäuschung obgewaltet haben, — man glaubte in Ostindien Essigsäure zu schmecken, als man etwas Aldehyd gerochen hatte; — diese Aldehyd-Beimengung ist auf der Rückreise verdunstet.

5. Milchsäure-Gährung.

§. 200.

Ueber diese in der Bierbrauerei so ungemein verbreitete Gährung habe ich dem, was §. 171 bereits erwähnt ist, nur Weniges zuzufügen. Alle Biere enthalten Milchsäure, — da die Zusammensetzung der Milchsäure gleich ist der Zusammensetzung der Glykose, so liegt der Uebergang des einen Kohlenhydrats in das andere sehr nahe. Deshalb entsteht sie beim Malzen, beim Maischen und vielleicht auch bei der Gährung, — sie bildet sich auch stets, wenn der Würze Rohrzucker zugesetzt wird (§. 134).

Am häufigsten sehen wir sie in den Trebern entstehen, wenn sie trocken liegen und mit kaltem Wasser ausgesüßt werden; — dabei entsteht in der Regel die der Milchsäurebildung so günstige Temperatur von 25—30 Grad. Drum soll man stets auf den Würzespiegel und mit heißem Wasser anschwänzen, wenn man während des Nachgusses vor Milchsäure geschützt sein will. Ein steter Begleiter der Milchsäurebildung ist das Milchsäuregummi (§. 126), — es findet dabei gewissermaßen eine Rückbildung der Glykose zu Gummi statt.

§. 201.

Der Hauptübelstand, welcher mit der Milchsäurebildung verknüpft ist, liegt darin, daß ihr Erscheinen auf Kosten der Glykose stattfindet. Es werden also Würzen, in denen mehr als gewöhnlich Milchsäure entstanden ist, Biere liefern, die verhältnißmäßig ärmer an geistigem Gehalt sind. Im Uebrigen ist der Geschmack der Milchsäure durchaus nicht unangenehm und der Fall ist denkbar, daß Konsumenten aus purer Gewohnheit milchsaure Biere haben wol-

len, — wie in Belgien. Auch der Haltbarkeit der Biere erwächst durch den Milchsäuregehalt kein Eintrag, wenigstens zeigen sich die milchsauren belgischen Biere so unverwüstlich, daß man in Versuchung geräth zu glauben, die Milchsäure gewähre dem Biere Schutz gegen die Essigsäure-Gährung. Was aber am meisten zu befürchten ist, das ist der leichte Uebergang der Milchsäure in Buttersäure. Das §. 163 gegebene Schema paßt (da Glykose und Milchsäure gleiche Zusammensetzung haben) ebenfalls hier. Ein geringer Luftzutritt, eine etwas gesteigerte Temperatur und andere noch nicht gehörig aufgehellte Umstände machen diese unliebsame Veränderung zuweilen im Lagerkeller fertig und nöthigen den Brauer zu einer umständlichen Procedur, um das abscheulich riechende Bier wieder genießbar zu machen.

Am schnellsten tritt diese Umwandlung der Milchsäure, welche sich in den Trebern gebildet hat, häufig ein, wenn solche beim kontinuirlichen Dampfbrauereibetrieb ziemlich heiß aus dem Bottich gebracht werden und in offenen Haufen liegen.

6. Buttersäure-Gährung.

§. 202.

Ueber das Wesen derselben und ihre Ursachen (soweit sie bis jetzt bekannt sind) ist §. 163 und im vorigen Kapitel bereits ausführlich genug geredet worden. Ich will hier nur noch den Weg bezeichnen, welcher betreten werden muß, wenn ein Bier einmal die Anrüchigkeit der Buttersäure bekommen sollte, — wahrscheinlich würde ein solches Rezept eher hier gesucht werden als unter „Kellerwirthschaft", wohin es eigentlich gehört.

Ein solches Bier wird zunächst durch Schütteln oder Wälzen der Fässer so ziemlich von seiner Kohlensäure befreit und mit etwas reinem (geruchlosem) Baum- oder Nußöl versetzt und damit so lange in Zwischenräumen durcheinander geschüttelt, bis eine Probe des wieder klar gewordenen Bieres frei von dem Buttersäure-Geschmack ist. Das Oel hat die Buttersäure aufgenommen und schleppt sie mit an die Oberfläche des Bieres, welches nunmehr unter dem Oel klar abgestochen wird. Selbstverständlich ist das so behandelte Bier durchaus matt und kann erst durch Zusatz von Kräusenbier wieder zu neuem Leben gebracht werden.

Als Kuriosum will ich noch anführen, daß Pasteur beim Ein-

treten, der Buttersäure-Gährung Vibrionen (d. h. mikroskopische Thierchen von einfachster Form, kleine Schlängelchen) beobachtet und diese gleichsam als die Sturmvögel der Buttersäure-Revolution denuncirt hat. Möglich, daß sich solche Gesellschaft einnistet und ihr Entstehen derselben Quelle entstammt, aus der sich auch die Buttersäure ohne solche Hülfstruppen entpuppt, — nämlich: Vernachlässigung des Gebots der Reinlichkeit.

7. Essigsäure-Gährung.

§. 203.

Alle Flüssigkeiten, welche die heilige „Vier" unserer organischen Körperbestandtheile enthalten, kommen nimmer zur Ruhe. Ohne Unterbrechung dauert der Stoffwechsel (d. h. der Umsatz der Bestandtheile) fort, — hat die Bewegung der Stoffe das eine Ziel erreicht, so ist flugs ein neues Ziel aufgesteckt. Nirgends Ruhe, überall Leben. Sehr störend freilich kann dies fröhliche Treiben der Stoffe dem Bierbrauer werden, wenn nach Beendigung der Weingährung die Essigsäure auf die Fahne geschrieben wird. Wie leicht die Bewegung diese Form annehmen kann, ist schon §. 173 erwähnt. Da heißt es also, mit kräftiger Hand die Zügel der Ordnung ergreifen. Und gleichwie manche Regierungen dem bewegten Volke zur richtigen Zeit ein neues Spielwerk zuwerfen, so muß auch der rationelle Brauer in dem gefährlichen Augenblicke, wo die letzten Portionen Glykose verschwunden sind, wo die schützende Decke der Kohlensäure verflogen ist und der anfressungslustige Sauerstoff bereits an die Pforte klopft, — in diesem Augenblicke spätestens muß der Bierbrauer sein gebieterisches Halt in die Kellerräume hineindonnern und jedem Faß die nöthige Glykose auf die Raufe geben. Die alte gewohnte Ordnung zieht wieder ein, die Kohlensäure übt wieder den herkömmlichen Belagerungszustand, der den gefährlichen Sauerstoff unschädlich macht, — und die bürgerliche Ordnung im Bierkeller ist vorläufig gerettet. Die Details, nach denen der konservative Brauer bei dieser Praxis zu verfahren hat, sind zu lesen in der „Kellerwirthschaft." — Hier soll nur noch erwähnt werden, daß mit dem Beginn der Essigbildung, wo es immer noch Zeit ist zum Einschreiten, das Bier seinen Glanz verliert, — es wird „staubig", weil die Eiweißstoffe, welche mit dem Alkohol (der nun zu Essigsäure wird) in Verbindung waren, ausgeschieden werden.

8. Mannit- oder Schleimgährung.

§. 204.

Den Mannit lernten wir schon §. 140 kennen. Sein störendes Auftreten im Biere findet immer Statt in Begleitung des Milchsäure-Gummi (§. 126) — beides Stoffe, die auf Kosten der Glykose entstanden sind.

Die Entstehung des Mannits in gährenden Bierwürzen ist stets an die Gegenwart faulender Eiweißstoffe geknüpft. Die Eiweißstoffe, um faulen zu können, bedürfen des Zutritts von Sauerstoff. Um diese Fäulniß nun in Gegenwart der Glykose fortsetzen zu können, muß Wasser zersetzt werden, — der Sauerstoff desselben geht an die Eiweißstoffe und läßt sie faulen, der Wasserstoff aber tritt zur Glykose und macht Mannit daraus:

1 Glykose	12 Kohlenstoff,	12 Wasserstoff und	12 Sauerstoff,
2 Wasser	0 „	2 „	0 „
Mannit	12 Kohlenstoff,	14 Wasserstoff und	12 Sauerstoff,

und 2 Sauerstoff (vom Wasser) für den Fäulnißprozeß.

Da der studirende Bierbrauer selten das Glück haben wird, einem solchen verwahrloseten Biere zu begegnen, so will ich hier den Weg angeben, auf welchem Kieselich ein solches unvergährbares Mannitbier absichtlich herstellte (s. Bierbr. 1862 S. 111). Er erzählt: „Zufällig hatte ich noch ein Stück splintiges Holz von meinem alten Kühlschiff. Dieses tränkte ich mit dem ersten Lautermaisch und legte es dann warm. Als die Würze auf der Ruhe stand, nahm ich eine kleine Quantität ab, legte das Holz hinein und ließ die Masse ½ Stunde stehen. Dann kochte ich die Würze mit Hopfen und legte beim Abkühlen das Stück Holz, welches indessen wieder warm gelegen hatte, nochmals hinein. Die Würze hatte in der That ihre Vergährbarkeit verloren."

Es ist bisher nicht möglich gewesen, den Mannit wieder in Glykose zu verwandeln, — da heißt es also „vorbeugen". Der Brauer, welcher sich der Reinlichkeit bis zur Ausschweifung hingiebt, wird in seinem Gährkeller nie mit Mannit zusammmenstoßen.

9. Die faulige Gährung (Fäulniß).

§. 205.

Die Körper, welche verfaulen können, sind Eiweißstoffe, Leim oder andere stickstoffhaltige Verbindungen. Der Prozeß selbst macht

sich bekanntlich durch die Erzeugung von höchst übelriechenden Gasen auf unangenehme Weise bemerklich, — die Eiweißstoffe 2c. entlassen ihren Gehalt an Schwefel (§. 80) und Phosphor (§. 81) in Verbindung mit Wasserstoff und diese Verbindungen stinken sehr.

Die Umstände, unter denen die Fäulniß eintreten kann, sind: günstige Temperatur (namentlich eine höhere Temperatur bis zu 50°), Zutritt der Luft (deren Sauerstoff in den Prozeß eingreift), Feuchtigkeit und namentlich die Gegenwart bereits faulender Stoffe (s. S. 111). Selbstverständlich kann man also durch Erniedrigung der Temperatur, Absperren von der Luft, durch Austrocknen und durch Fernhalten faulender Substanzen der Fäulniß vorbeugen.

In der Bierbrauerei macht uns die faulige Gährung insbesondere bei den hölzernen Kühlschiffen zu schaffen, weil die eiweißhaltige Würze in die Poren des Holzes (namentlich wo weiche splintige Stellen sind) eindringt und unter günstigen Bedingungen in Fäulniß übergeht. Wird nun ein solches krankes Kühlschiff mit Würze beschickt, so stellt sich alsbald eine Gährung ein, an den Fugen und Wänden des Schiffs entstehen große Gasblasen, die beim Zerplatzen einen übeln Geruch verbreiten. Man nennt diese Erscheinung in manchen Gegenden „Muff", in andern „Fuchs." Die Veränderung der Würze, welche die Folge davon ist, fällt meistens mit der Mannit-Gährung zusammen; — gleichzeitig entstehende Milchsäure wird rasch zu Buttersäure.

§. 206.

Man hält diese faulige Gährung für höchst ansteckend, — jeder Sud soll dem „Muff" verfallen, wenn er erst einmal auf dem Kühlschiff eingerissen war, und bis in den Gährkeller soll sich sein korrumpirender Einfluß erstrecken. Natürlich, — die Ursache auf dem Kühlschiff dauert ja fort!

Der Wege, welche einzuschlagen sind, um solchem unheilvollen Gebahren entgegenzutreten, giebt's mehrere.

Gewöhnlich wendet man ein Uebertünchen der inneren Wände des Kühlschiffs mit gelöschtem Kalk an. Man bringt den gebrannten Kalk auf's Kühlschiff, löscht ihn da und übertüncht das Holz so lange wiederholt damit, als der Anstrich nach dem Abtrocknen noch gefärbt (braun oder gelb) erscheint. — Bei Kühlschiffen mit splintigem Holz muß diese Arbeit sehr häufig angewendet werden, wenn man sich sicher

fühlen will. Da ist's besser, ein neues Schiff zu bauen aus festem Holz.

Die meisten Brauer in England halten bei hölzernen Kühlschiffen darauf, daß dieselben mit öfters erneuertem Wasser stehen bleiben von einem Sud zum andern und daß dieses Wasser erst vor dem Auflassen der Würze entfernt wird, wodurch dem Eindringen der Würze in die Poren des Holzes, und damit der Möglichkeit der fauligen Gährung und gleichzeitig einem nicht unbedeutenden Würzeverlust vorgebeugt wird. — Andere Brauer wollen von dieser Praxis nichts wissen, weil ein naßgehaltenes Holz dem Biere einen unangenehmen Beigeschmack ertheile. Diese Brauer finden, daß man die Kühlschiffe gar nicht trocken genug haben kann (wobei allerdings die Feuchtigkeit zur Fäulniß fehlt).

Der sicherste und rationellste Weg bleibt immer, die Poren des Holzes mit einer Substanz auszufüllen, die dem Eindringen auch der heißen Flüssigkeiten Widerstand leistet. Ich habe eine Methode, welche das leistet, und theile sie Bierbrauern unter den im „Bierbrauer" 1861 S. 146 veröffentlichten Bedingungen mit.

Endlich noch ist ein vortreffliches Mittel, wenn man — die hölzernen Kühlschiffe durch eisenblechene ersetzt. Das ist auch sehr probat.

Vierter Abschnitt.

Vom Verbrennungsprozeß.

---

§. 207.

Fast allen Wärmestoff, dessen sich die Technik bis jetzt bedient, liefert der Verbrennungsprozeß. Versuche, die durch Zusammenpressen der Luft ausgeschiedenen Wärmemengen in die Reihe der technischen Hülfsmittel einzuführen, sind bis jetzt nicht über den Versuch hinaus gelangt.

Ein durchgreifendes Verständniß des Verbrennungsprozesses ist deshalb um so mehr geboten, weil es die Grundlage der gesammten Feuerungskunde und Brennstoff-Oekonomie bildet. Die Sünden

gegen die Brennstoff-Oekonomie aber sind derart auf der Tagesordnung, daß wir einem unserer größten Pyrotechniker (Prof. P. T. Meißner) nur beistimmen können, wenn er — gelegentlich der kolossalen Wärmeverluste beim Verbrennen frisch gefällten Holzes — sagt: „Man sollte den Verkauf des frischgefällten Holzes verbieten, denn seine Verwendung ist ein Diebstahl am Nationalvermögen. Und dieser Gegenstand ist keineswegs unwürdig, auch von den Religionslehrern*) in Anregung gebracht zu werden!"

Unsere Brennstoffe bestehen hauptsächlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Außerdem enthalten sie noch Feuchtigkeit (Wasser) und Aschenbestandtheile, als störende Zugabe. Die Verbrennung selbst besteht in der Verbindung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs des „Brennmaterials" durch zugeführten Sauerstoff bei höherer Temperatur. Der im Brennmaterial bereits enthaltene Sauerstoff ist dabei als mit der entsprechenden Menge von Wasserstoff verbunden zu betrachten und spielt also dieselbe Rolle, wie der Wassergehalt des Brennstoffs; — es wird nämlich zur Verdampfung desselben ein Theil der durch die Verbrennung erzeugten Wärmemenge verbraucht.

Die Produkte der vollständigen Verbrennungen sind demnach luftförmige Kohlensäure und Wasserdampf.

§. 208.

Der Sauerstoff, welcher den Verbrennungsprozeß einleiten und unterhalten soll, wird der atmosphärischen Luft entnommen, welche bekanntlich aber nur $^1/_5$ Sauerstoff enthält. Die übrigen $^4/_5$ sind Stickstoffgas, welches sich den Verbrennungsprodukten beimengt. Da dieses Stickstoffgas auf seiner Wanderung durch Feuersgluth ebenfalls auf die vorherrschende höhere Temperatur erhitzt werden muß und ihm die aufgenommene Wärme nur zum Theil wieder abgenommen werden kann, so müssen wir in dem Stickstoffgehalt der atmosphärischen Luft die Quelle eines unvermeidlichen Wärmeverlustes erblicken. Um so dringender erscheint die Aufforderung zur Beseitigung vermeidlicher Wärmeverluste.

Es liegt auf der Hand, daß nur durch die ununterbrochene Zuführung der atmosphärischen Luft die Verbrennung unterhalten

---

*) Von wegen der frierenden armen Menschen.

werden kann. Deshalb müssen die Verbrennungsprodukte beständig aus dem Feuerraume entfernt und ihrer weiteren Bestimmung (Ausnutzung der darin enthaltenen Wärmemengen) zugeführt werden.

Der Rauch, welcher sich aus den meisten Schornsteinen entwickelt, sollte nicht vorkommen, — es ist unverbrannter Kohlenstoff. Wir werden weiter unten ersehen, daß es bei seiner Entstehung entweder am nothwendigen Sauerstoff gefehlt hat oder daß die Verbrennung wegen zu niedriger Temperatur im Feuerraum unvollständig war.

§. 209.

Fragt man nach der Ursache der hier stattfindenden Wärme-Entwickelung, so finden wir sie in dem Umstande, daß bei den vorliegenden Stoffverbindungen eine Verdichtung eintritt. Und diese Verdichtung ist weit größer beim Wasserstoff als beim Kohlenstoff. Wir kommen darauf weiter unten zurück.

Selbstverständlich bestimmt sich der Werth der in Bezug auf ihre Leistungen bekanntlich sehr verschiedenen Brennstoffe einzig und allein durch die vermittelst derselben möglicher Weise zu entwickelnden Wärmemengen, d. h. nach ihrer Heizkraft. Nun sind aber die Vorbedingungen zur Erreichung dieses Maximums der Heizkraft in der Praxis ziemlich verschieden, — ein jeder Brennstoff erfordert eine eigenthümliche Behandlung. Und darin werden eben im gewöhnlichen Leben die ärgsten Fehler gemacht, — man verbrennt die Brennstoffe unter Bedingungen, welche die höchste Ausnutzung derselben nicht zulassen. Wollen wir uns vor solchen Sünden hüten, so müssen alle die influirenden Umstände stets im Auge behalten werden.

Unsere nächste Aufgabe bleibt also jetzt vollständige Verbrennung der Brennstoffe und Erforschung aller der Umstände, welche zu Wärmeverlusten schon beim Verbrennungsprozeß führen können. Die weiteren Vorschriften, um auch in der Ausnutzung der produzirten Wärmemengen für bestimmte technische Zwecke nicht auf falsche Wege zu gelangen, gehören in den „Zweiten Theil" (Technik der Heizapparate).

Lernen wir zuerst

§. 210.

das Verhalten der Brennstoffe bei höheren Temperaturen überhaupt kennen.

Die gebräuchlichen Brennstoffe sind Holz, Torf, Braunkohle und Steinkohle. Werden sie unter Ausschluß der Luft erhitzt (wie z. B. in den Retorten der Gasfabriken), so zeigt sich das Verhalten je nach der Art des Brennstoffs verschieden. Alle entwickeln ein mit leuchtender, Ruß absetzender Flamme brennendes Gas (Verbindungen von Kohlenstoff und Wasserstoff) und hinterlassen als Rückstand Kohle nebst den mineralischen (oder Aschen-) Bestandtheilen der Brennstoffe, — aber die verflüchtigten Stoffverbindungen sind außerordentlich zahlreich und viele derselben für den Brennstoff, welchem sie entstammen, charakteristisch. Außer dem Wasser, welches dem Brennstoff theils als Feuchtigkeit anhing, war keiner dieser Körper vorher im Brennstoff enthalten. Sie sind Erzeugnisse des Tumults, welchen der in Masse eindringende Wärmestoff angerichtet hat, — die alte gesellschaftliche Ordnung ist aufgehoben und unter dem despotischen Scepter des allmächtigen Wärmestoffs treten die Stoffe zu neuen Gruppen zusammen. Betrachten wir sie nach der Reihe.

Holz liefert a) ein Gas, sogenanntes Holzgas, welches man an einigen Orten zur Beleuchtung benutzt hat (es besteht aus Kohlenwasserstoffen und Kohlensäure)*), — b) eine wässrige, dunkelbraune, saure Flüssigkeit, den Holzessig; — er besteht der Hauptsache nach aus Essigsäure und Wasser, außerdem enthält er noch den Holzgeist (einen Körper, der große Aehnlichkeit mit dem gewöhnlichen Alkohol hat), das Kreosot (welches die Eigenthümlichkeit hat, der Fäulniß und Schimmelbildung entgegen zu wirken, und deshalb in den Wurstfabriken und bei den Lagerfässern angewendet wird) und noch manche andere Körper, die uns kein Interesse bieten; — c) eine zähe, schwarzbraune Flüssigkeit, den Holztheer; — er enthält Harze, Kreosot und ein flüchtiges Oel (bei seiner Verwendung zum Anstreichen des Holzes verflüchtigt sich das Oel allmälig und das Harz mit etwas Kreosot bleibt zurück).

Der Torf giebt ähnliche Zersetzungsprodukte, wie das Holz. Charakteristisch ist, daß der Torftheer reich ist an einigen flüchtigen Oelen, die unter verschiedenen Namen (Photogen, Mineralöl ꝛc.) als Leuchtstoffe benutzt werden; ebenso auch wird ein dem Wachs ähnlicher Körper, das Paraffin, in Menge aus dem Torftheer gewonnen, um vortreffliche Kerzen daraus zu gießen.

---

*) In den Gasbeleuchtungsanstalten wird diese Kohlensäure, weil sie die Leuchtkraft des Gases beeinträchtigen würde, durch Kalk beseitigt.

Die verschiedenen Braunkohlen-Arten verhalten sich theils ähnlich dem Torf, theils den Steinkohlen. Die wässrige Flüssigkeit enthält nur noch wenig Essigsäure, die beim Holz in großer Menge auftrat; sie ist hier theils noch frei (bei holzartiger Braunkohle), theils mit Ammoniak verbunden. Die flüchtigen Oele dagegen sind massenhaft im Theer und finden gute Verwendung als Leuchtstoffe.

Die Steinkohlen endlich sind dadurch charakterisirt, daß ihr Theerwasser stets reich ist an Ammoniak (verbunden mit Kohlensäure 2c.), — weshalb man dasselbe zur Darstellung von Ammoniaksalzen benutzt. Der Theer wird theils als solcher zu Anstrichen benutzt, um Schutz gegen Feuchtigkeit zu schaffen, — theils wird er destillirt, wobei die flüchtigen Beleuchtungsöle fortgehn und ein Pech (künstlicher Asphalt) im Rückstand bleibt.

Ganz anders nun zeigt sich

§. 211.

das Verhalten der unter dem Zutritt des Sauerstoffs erhitzten Brennstoffe,

weil sowol die rückständige Kohle und die im Theer enthaltenen Harze und flüchtigen Oele, als auch die in dem Theerwasser aufgelösten Stoffe (Essigsäure, Holzgeist, Kreosot, Ammoniak u. s. w.) sämmtlich brennbar sind. Nur findet ein Unterschied insofern Statt, als einige der letztern sich erst bei höhern Temperaturen entzünden lassen und sich deshalb der Verbrennung leicht entziehen können; — dahin gehören namentlich die Essigsäure und das Ammoniak. Deshalb findet man auch bei unvollkommner Verbrennung den wässrigen Auszug des Rußes vom Holz sauer (blaues Lackmuspapier röthend), den von Steinkohlen ammoniakalisch (rothes Lackmuspapier bläuend).

Da der Verbrennungsprozeß also nun darauf beruht, den Wasserstoff und den Kohlenstoff des Brennmaterials mit Sauerstoff zu verbinden, — da ferner hierbei einige Eigenthümlichkeiten des Kohlenstoffs genau ins Auge zu fassen sind: so wollen wir die betreffenden Stoffe und ihre Verbindungen der Reihe nach betrachten und dabei die entwickelten Wärmemengen notiren.

Der Wasserstoff verbindet sich bei der Verbrennung mit dem Sauerstoff nur in einem Verhältniß, — je 1 Gewichtstheil Wasserstoff mit 8 Gewichtstheilen Sauerstoff. 1 Pfund Wasserstoff giebt dabei 34,000 Wärme-Einheiten.

Der Kohlenstoff kann bei der Verbrennung zwei verschiedene

Verbindungen mit dem Sauerstoff eingehen, — er bildet entweder Kohlenoxydgas oder Kohlensäuregas (s. S. 79).

Bei der unvollständigen Verbrennung zu Kohlenoxydgas verbinden sich 6 Gewichtstheile Kohlenstoff mit 8 Gewichtstheilen Sauerstoff, also 1 Kohlenstoff mit $1^1/_3$ Sauerstoff. In diesem Falle entwickelt 1 Pfund Kohlenstoff 2400 Wärme-Einheiten.

Verbrennt dagegen die Kohle zu Kohlensäure, worin 6 Gewichtstheile Kohlenstoff mit 16 Gewichtstheilen Sauerstoff (also 1 Kohlenstoff mit $2^2/_3$ Sauerstoff) verbunden sind, so entwickelt 1 Pfund Kohlenstoff 8000 Wärme-Einheiten.

Wird nun das von 1 Pfund Kohlenstoff gebildete Kohlenoxyd mit der fehlenden Menge Sauerstoff (also mit noch $1^1/_3$ Pfund) verbunden, so werden dabei 4600 Wärme-Einheiten frei.

Daraus ist ersichtlich, daß da, wo der Kohlenstoff nur zu Kohlenoxyd verbrennt, stets ein Verlust von $^{46}/_{80}$ oder $57^1/_2$ Procent der Wärme stattfindet, welche man durch vollständige Verbrennung hätte erhalten können.

§. 212.

Solche Versuche zur Bestimmung der producirten Wärme-Mengen erfordern natürlich außerordentliche Akkuratesse und sehr vollkommne Apparate. Viele ausgezeichnete Physiker haben sich mit der Erforschung dieser Verbrennungs-Wärme befaßt. Sie schlugen verschiedene Wege ein und ihre Resultate stimmten deshalb auch nicht überein. Die obigen Angaben sind den neuesten Untersuchungen entnommen. Indessen müssen wir uns auch einige der ältern Resultate ansehn, um praktische Betrachtungen daran zu knüpfen.

Despretz fand nämlich, daß

1 Pfund Wasserstoff etwa 24000 und
1 Pfund Kohlenstoff etwa 8000

Wärme-Einheiten entwickelten.

Man sieht, die Zahl für den Kohlenstoff stimmt mit der obigen, aber die für den Wasserstoff ist weit kleiner.

Aus diesen Angaben rechnete nun Welter Folgendes heraus. 1 Pfund Wasserstoff bedarf zur Verbrennung 8 Pfund Sauerstoff; — also liefert 1 Pfund des verbrauchten Sauerstoffs $\frac{24000}{8} = 3000$ Wärme-Einheiten. 1 Pfund Kohlenstoff verbrennt mit $2^2/_3$ Pfund Sauerstoff; also liefert 1 Pfund Sauerstoff $\frac{8000}{2.66} = 3000$ Wärme-

Einheiten. Darauf gestützt proklamirte Welter das Gesetz: daß die bei der Verbrennung entwickelten Wärmemengen im Verhältniß stehen zu den dabei verbrauchten Sauerstoffmengen. Dies Gesetz heißt noch heute das „Welter'sche".

Freilich bestätigen die obigen neuern Zahlen dieses Gesetz nicht. Dennoch scheint dasselbe richtig zu sein. — Es klebt nämlich allen diesen Untersuchungen, insofern man sie auf die Beurtheilung des Werthes der Brennstoffe anwendet, ein und derselbe Fehler an, — man hat den Aggregat-Zustand des untersuchten Körpers und den Umstand, daß die Veränderungen des Aggregatzustandes ja nur unter der Mitwirkung des Wärmestoffs von Statten gehen, außer Acht gelassen. Da geht der feste Kohlenstoff durch die Verbrennung in die Gasform über, nimmt also auch einen größern Raum ein und verbraucht eine Portion Wärmestoff. Auf der andern Seite bildet der gasförmige Wasserstoff mit dem Sauerstoff eine Verbindung, welche dichter ist als die Bestandtheile waren. — Nun ist aber der Wasserstoff in den Brennstoffen ebenfalls fest, — er wird deshalb ebenfalls nur Wärme verbrauchen und steht also dem Kohlenstoff in dieser Beziehung näher, — zu Gunsten des Welter'schen Gesetzes.

So lange uns nun von der Wissenschaft noch keine sicherern Anhaltspunkte geboten werden, als die obigen, werden wir ohne Bedenken das Welter'sche Gesetz acceptiren, und um so mehr, weil es uns bedünken will, daß die producirten Wärmemengen nur der Verdichtung des Sauerstoffgases entspringen können und der Uebergang des festen Brennstoffs in die Gasform ebenso als Wärme-Verlust in Rechnung kommen muß, wie die Verdampfung des Wassers im Holz und die Erwärmung des atmosphärischen Stickgases auf höhere Temperatur.

Das Gesetz heißt also: Jemehr Sauerstoff bei der Verbrennung verbraucht wird, desto mehr Wärme wird entwickelt. Daraus folgt aber noch nicht, daß auch entsprechende Hitze im Heizapparate disponibel sei, — denn da haben noch andere Mächte die Hände im Spiele, wie wir weiter unten sehen werden.

§. 213.

Zunächst muß es uns jetzt darum zu thun sein,

den Werth der Brennstoffe zu ermitteln,

d. h. die Mengen Sauerstoff zu bestimmen, welche zu der Aufreibung des Brennstoffs nothwendig sind.

Berthier hat zu dem Ende eine äußerst praktische Methode geliefert, welche dem Gewerbsmann leicht zugänglich ist, während alle andern theils besondere Uebung, theils komplicirte Apparate erfordern.

Die Methode Berthier's erfordert nichts, als eine Wage mit Gewichten, Schmelztiegel und ein Kohlenfeuer (wozu jedes Aschenloch dienen kann).

Das Verfahren beruht darauf, daß wenn man reines Bleioxyd (d. i. eine Verbindung von Blei mit Sauerstoff) und Kohlenstoff oder Wasserstoff (wie sie ja im Brennmaterial enthalten sind) erhitzt, der Sauerstoff des Bleioxyds seine Stätte verläßt und mit Kohlenstoff und Wasserstoff in Verbindung tritt. Durch diese Auswanderung des Sauerstoffs aber kommt das Blei wieder auf freien Fuß und dieses ledige Blei sammelt sich bei der Schmelzhitze zu einem Metall-Klumpen an, den man auf die Wage bringt, um zu erfahren, wieviel Sauerstoff von ihm fortgegangen, d. h. zur Verbrennung des Brennstoffs verbraucht ist.

Mit dieser Thatsache in der Hand haben wir aber auch — nach dem Welter'schen Gesetze — die Menge der producirten Wärme ermittelt und man kann darnach den Effekt, z. B. wieviel Pfund Wasserdampf vermittelst eines Pfundes Brennstoff erzeugt werden, berechnen.

Wir wissen, daß 1 Pfund Kohlenstoff zur vollständigen Verbrennung 2.667 Pfund Sauerstoff verlangt. Da nun das Bleioxyd aus 1 At. Blei (= 104) und 1 At. Sauerstoff (= 8) besteht, so muß, wenn der zur Verbrennung von 1 Pfund Kohlenstoff nöthige Sauerstoff vom Bleioxyd geliefert werden soll, die demselben entsprechende Menge $= (\frac{2.667 \times 104}{8} =)$ 34.67 Pfund Blei frei werden. Da ferner 1 Pfund Kohle — wie früher erwähnt — 8000 Wärme-Einheiten liefert, so entsprechen je 1 Pfund metallischem Blei bei der Probe $\frac{8000}{34.67} = 231$ W.-E., welche aus dem verbrannten Brennstoff erhalten werden können. Und endlich, da jedes Pfund Wasser zur Verdampfung 650 W.-E. bedarf, so zeigt je 1 Pfund Blei an, daß die ihm entsprechende Menge Brennstoff im Stande ist, $^{231}/_{650}$ Pfund Wasserdampf zu bilden.

Knapp macht (in seiner chemischen Technologie S. 57) den Einwurf, daß Berthier's Methode mit einem konstanten Fehler behaftet sei, indem die Bestimmungen mit Bleioxyd gegenüber den „Erfahrungen im Großen" um ein Bestimmtes (ungefähr $^1/_9$) hinter

der Wahrheit zurückbleiben. Das könnte sich die Methode schon gefallen lassen. Denn, da ja der Begriff „Wärme-Einheit" überhaupt nur zur Vergleichung unter sonst gleichen Verhältnissen geschaffen ist, so würde es der Beurtheilung des Resultats nicht den geringsten Eintrag thun, wenn der Beobachtungsfehler immer derselbe bliebe. Indessen ist dem leider nicht so. Der Beobachtungsfehler hat nämlich seinen Grund darin, daß ein Brennstoff, welcher beim Erhitzen brennbare Gase entwickeln kann (Holz, Stein- und Braunkohle, Torf), stets einen Theil derselben in die Luft entweichen läßt, ehedenn die Temperatur des Bleioxydes hoch genug ist, um sie zu verbrennen. Deshalb wird der Brennwerth solcher Brennstoffe stets geringer gefunden, als er in der That ist, — während diese Fehlerquelle ganz wegfällt bei Brennstoffen, die keine solche brennbaren Gase liefern (Koaks z. B.). Immerhin bleibt diese Methode für den Praktiker die einzig anwendbare, wenn es sich rasch um eine Beurtheilung des Werthes eines Brennstoffs handelt, — und deshalb folgt hier Anleitung zur Durchführung derselben.

Das Hülfsmaterial läßt man sich am besten von einem Chemiker in Vorrath präpariren. Es besteht aus 3 Theilen reinem gelben Bleioxyd und 1 Theil Chlorblei. Letzteres erhöht die Schmelzbarkeit.

Man zerkleinert den zu untersuchenden Brennstoff so viel als möglich, — Holz durch Raspeln, Kohlen durch Pulvern. Dann wägt man 1 Gramm des Brennstoffs ab und vermischt ihn mit 50 bis 80 Gramm der Bleioxyd-Mischung so innig als möglich (Reiben in einer Porzellanschale). Dieses Gemenge wird in einen Tiegel gebracht, fest zusammengedrückt und mit einer etwa $1^1/_2$ Centimeter hohen Lage der Bleimischung bedeckt. Der Tiegel wird nun mit einem Deckel versehen, mit Lehmteig verschmiert und auf einer Unterlage von Ziegelstein in die Kohlenglut gebracht. Nach halbstündigem Glühen nimmt man den Tiegel aus dem Feuer, klopft ihn einigemal auf eine feste Unterlage, damit alles Blei an den Boden geht, und läßt ihn dann erkalten. Der Bleiklumpen am Boden wird abgelöst, mit einer nassen Bürste gesäubert, getrocknet und gewogen.

War der Brennstoff feucht, so ist es nöthig, daß man ihn wenigstens so lufttrocken macht, als er in der Praxis werden wird. Versäumt man diese Vorsichtsmaßregel, so wird das Resultat der Untersuchung wenig nützen, weil es der Wirklichkeit der Praxis nicht entspricht; — die beigemengten Wassertheile verbrauchen näm-

lich ungeheuer viel Wärmestoff, um zu verdampfen. Wir haben weiter unten bessere Gelegenheit, die nöthigen Zahlenbelege hierzu zu bringen.

§. 214.

Um nun die möglicher Weise zu producirenden Wärmengen auch sicher zu erhalten, um insbesondere sowol der Entstehung des Kohlenoxydgases, als der unverbrannten Essigsäure oder des Ammoniaks vorzubeugen, merke man sich

die Wichtigkeit einer genügenden Verbrennungs-Temperatur.

Zur Einleitung des Verbrennungsprozesses in dem Feuerraume ist bekanntlich eine gewisse Temperatur-Erhöhung nothwendig. Je höher aber diese Temperatur im Feuerraume **während des Verlaufs** der Verbrennung **bleibt**, um so vollständiger findet die Verbrennung statt.

Gegen diesen Grundsatz wird in der Regel arg gefehlt. Man glaubt genug gethan zu haben, wenn man das Feuer angezündet hat, und überläßt es dann seinem Schicksal. Die dicken Rauchwolken, welche sich dem Schornstein entwinden, sind Zeugen der Sünden, die im Feuerraum begangen werden. War auch die Temperatur beim Beginn des Feuerns ausreichend hoch, so sinkt sie doch mittelst Ableitung durch die Wände des Feuerraums alsbald so sehr herab, daß an eine vollständige Verbrennung nicht mehr zu denken ist. Da muß also bei der Konstruktion des Feuerraums schon darauf Bedacht genommen werden, daß derselbe vor solchen Wärme-Verlusten nach Außen geschützt bleibt, — man umgiebt ihn vom Rost aufsteigend mit schlechten Wärmeleitern (Thonsteinen) und führt diese Schutzmauer 6 bis 12 Zoll (je nach der Größe der Feuerungsanlage) in die Höhe.

Ganz zu vermeiden sind natürlich solche Verluste nicht, — das bringt die Natur der Wärme so mit sich. Deshalb ist es denn auch sehr zu loben, wenn man die Wärmemengen, deren man auf ihrer Reise ins Ausland habhaft werden kann, sofort arretirt und mit Zwangspaß in den heimathlichen Feuerraum zurücktreibt. Das ist z. B. der Fall, wenn die zur Verbrennung nöthige Luft außen an den Umgebungen des Feuerraums vorgewärmt wird, ehe sie in den Feuerraum treten kann. Es ist insbesondere die strahlende Wärme, der man da entgegentreten muß. Die Mittel dazu werden in der „Feuerungskunde" zur Sprache kommen. Hier soll nur wieder

daran erinnert werden, daß Nachlässigkeiten in Bezug auf die Erhaltung einer hohen Temperatur im Feuerraum sich alsbald durch die Gegenwart von Essigsäure (bei den holzigen Brennstoffen) und Ammoniak (bei den Kohlenarten) bemerklich machen, welche den Rauchwolken beigemengt sind.

Zu den gewöhnlichen Ursachen der Abkühlung des Feuerraums gehört auch, daß beim Nachschüren des Feuers zuviel Brennstoff auf einmal aufgegeben wird. Regelmäßiges Zuführen kleinerer Brennstoff-Mengen in kürzern Zwischenräumen trägt bei zur Aufrechterhaltung einer höhern Temperatur des Feuerraums und somit zur vollkommneren Verbrennung.

§. 215.

Eine zweite Regel zur Erreichung der größtmöglichen Wärmemengen ist:

Es soll dem Brennstoff nicht mehr und nicht weniger Sauerstoff zugeführt werden, als nöthig ist.

Alle Luft, welche nicht zur Verbrennung dient, muß dennoch auf die Temperatur des Feuerraums erhitzt werden und kühlt also denselben unnöthiger Weise ab, — Folge davon ist eine unvollständige Verbrennung. An die übrigen damit verknüpften Wärmeverluste braucht wol kaum erinnert zu werden.

Hieraus entspringt aber die unbestreitbare Forderung, daß man Sorge tragen muß, alle zugeführte Luft auch mit dem Brennstoff in Berührung zu bringen. Deshalb muß die Luft von Unten herauf durch das Brennmaterial streichen. Deshalb ist ferner nothwendig, alle Verbrennungen nur auf Rosten und bei gut schließenden Feuerthüren vorzunehmen, — Feuerräume ohne Roste und statt dessen mit einem Zugloch in der Feuerthür taugen nichts, weil ein sehr großer Theil der eindringenden Luft über den Brennstoff hinwegschlüpft, ohne an dem Prozeß Theil zu nehmen.

Bei einem rationell konstruirten Heizapparat muß deshalb auf Vorkehrungen zur Regulirung des eindringenden Luftstroms Bedacht genommen werden; — am einfachsten sind die gebräuchlichen Schieber im Rauchrohr und eine dicht schließende und mit Schieber versehene Thür vor dem Aschenfall.

Man verfalle aber auch nicht in den entgegengesetzten Fehler, — nämlich: zu wenig Luft zum Feuer zu lassen, wobei der Kohlenstoff nur zu Kohlenoxydgas verbrennt und namentlich auf diese Weise

Verluste herbeiführt. Daß nebenbei die Produkte der trockenen Destillation ihr Unwesen treiben, versteht sich von selbst.

Wenn oben verlangt wurde, daß der Luft auch Gelegenheit geboten werde, mit dem Brennstoff in Berührung zu kommen, so schließt das die weitere Forderung in sich: der Brennstoff muß genügend zerkleinert sein! — Nur an der Oberfläche, wo sich Brennstoff und Sauerstoff die Hand reichen, lodern die lichten Flammen empor, — während das Innere, das Herz des Brennstoffs, lediglich der trockenen Destillation unterliegt und die dadurch entwickelten Körper (Essigsäure und Ammoniak) schwer verbrennbar sind.

§. 216.

Der Brennstoff soll aber auch **genügend trocken** sein. Es ist schon oben darauf aufmerksam gemacht, wie schwer der Trockenheitszustand des Brennstoffs in die Wagschale fällt. Hier noch Einiges zum Beleg.

Lufttrocknes Holz enthält immer noch durchschnittlich 25 Procent Wasser. Außerdem enthält es Wasserstoff und Sauerstoff gerade in demselben Verhältniß, in welchem sie Wasser bilden. Man kann sich ein solches lufttrocknes Holz zusammengesetzt denken aus

Holzfaser	Kohlenstoff	39	Pfund,
	Wasserstoff	4	„
	Sauerstoff	32	„
Wasser		25	„
		100	Pfund.

Nun bilden aber 4 Wasserstoff und 32 Sauerstoff zusammen ebenfalls 36 Wasser, so daß man den ganzen Wassergehalt des Holzes, welcher durch die entwickelte Wärme verdampft werden muß = 61 annehmen darf. Die dazu nöthige Wärme muß durch Verbrennung des Kohlenstoffs herbeigeholt werden. 1 Pfund Kohlenstoff entwickelt bekanntlich 8000 Wärme-Einheiten, folglich können obige 39 Pfund liefern: 312000 W.-E. 1 Pfund Wasser aber bedarf zu seiner Verdampfung 640 W.-E., demnach haben vorstehende 61 Pfund Wasser $61 \times 640 = 39040$ W.-E. nöthig. Es gehen also 12.5 Procent der vom Kohlenstoff entwickelten Wärme durch die Verdampfung des Wassers verloren.

Damit ist das Uebel aber noch nicht erschöpft. Man darf nicht vergessen, daß der Wasserdampf auch eine viel größere specifische Wärme (s. S. 57) hat als die Kohlensäure; d. h. der Wasserdampf

bedarf mehr Wärme als die Kohlensäure, um auf die Temperatur des Feuerraums gebracht zu werden.

Diese Anforderung bezüglich der Trockenheit des Brennstoffs gilt aber nicht blos vom Holz, — sie geht jeden Brennstoff an. In den Gegenden, wo der Steinkohlenbrand zu Hause ist, herrscht bekanntlich die Gewohnheit, dieses Brennmaterial vor der Verwendung stark anzufeuchten. Daß zur Verdampfung dieses Wassers Wärme verbraucht wird, sieht Jedermann ein; es kann also keine Rede sein von einer Steigerung der Heizkraft der Kohle, wie es der Aberglaube im Volke noch häufig vorbringt. Richtig ist aber, daß die feuchten Steinkohlen über der Kohlengluth rascher anbrennen, weil der erzeugte Wasserdampf den Feuerraum füllt und — da er leichter ist als die Luft — rascher in die Höhe steigt, also den Zug befördert. Steinkohlen, die nicht befeuchtet wurden, brennen langsamer, — die von ihnen entwickelten Wärmemengen vertheilen sich auf einen größeren Zeitraum und ihre Heizkraft ist deshalb scheinbar geringer. — Griesige Kohlen bedürfen allerdings der Anfeuchtung, damit sie nicht durch den Rost fallen, bevor sie zusammenbacken. Da muß man also aus der Noth eine Tugend machen.

§. 217.

Um nun allen den vorher aufgezählten Bedingungen zur Einleitung und Durchführung eines ökonomischen Verbrennungsprozesses ohne Unterlaß Rechnung tragen zu können, ist endlich noch ein höchst wichtiger Apparat vonnöthen. Und das ist

ein aufmerksamer Heizer!

Ja wohl, — ein solcher Mann ist eine wahre Sparbüchse. Und Alles, was man ihm Gutes erweiset, trägt reichlich Zinsen. Im praktischen Theile unserer Feuerungskunde folgt eine ausführliche Instruktion für einen Heizer, der sich um die frierende Menschheit verdient machen will. Uebrigens soll ein richtiger Heizer auch einige Einsicht haben in das Wesen des Verbrennungsprozesses, damit er stets weiß, warum er so und nicht anders handeln muß, — denn alles bewußte Handeln wird sich von selbst regelrecht wiederholen, aber der stumpfe Glaube bedarf der Peitsche eines ständigen Befehlshabers, um sich nur zur That aufzuraffen. Diese beherzigenswerthe Wahrheit gilt überall, — im ganzen Gebiet der Technik und im übrigen verständigen Leben.

§. 218.

Die ökonomische Erzeugung der Wärme aus Brennstoff und Sauerstoff ist aber nicht der einzige Maßstab, mit dem in der Feuer-Technik gemessen wird. Es kommt da auch noch auf die Verwendung des producirten Wärmestoffs an. Man hat ihn z. B. zur bloßen Wasserverdampfung eben so gut nöthig wie zum Eisenschmelzen, — nur muß die Anwendung in beiden Fällen sehr verschieden sein. So kommen wir denn zur Betrachtung

des Hitzegrades.

Die Temperatur-Erhöhung d. i. der Grad der Hitze, welche durch den Verbrennungsprozeß in einem gewissen Raume hervorgerufen wird, muß um so beträchtlicher sein,

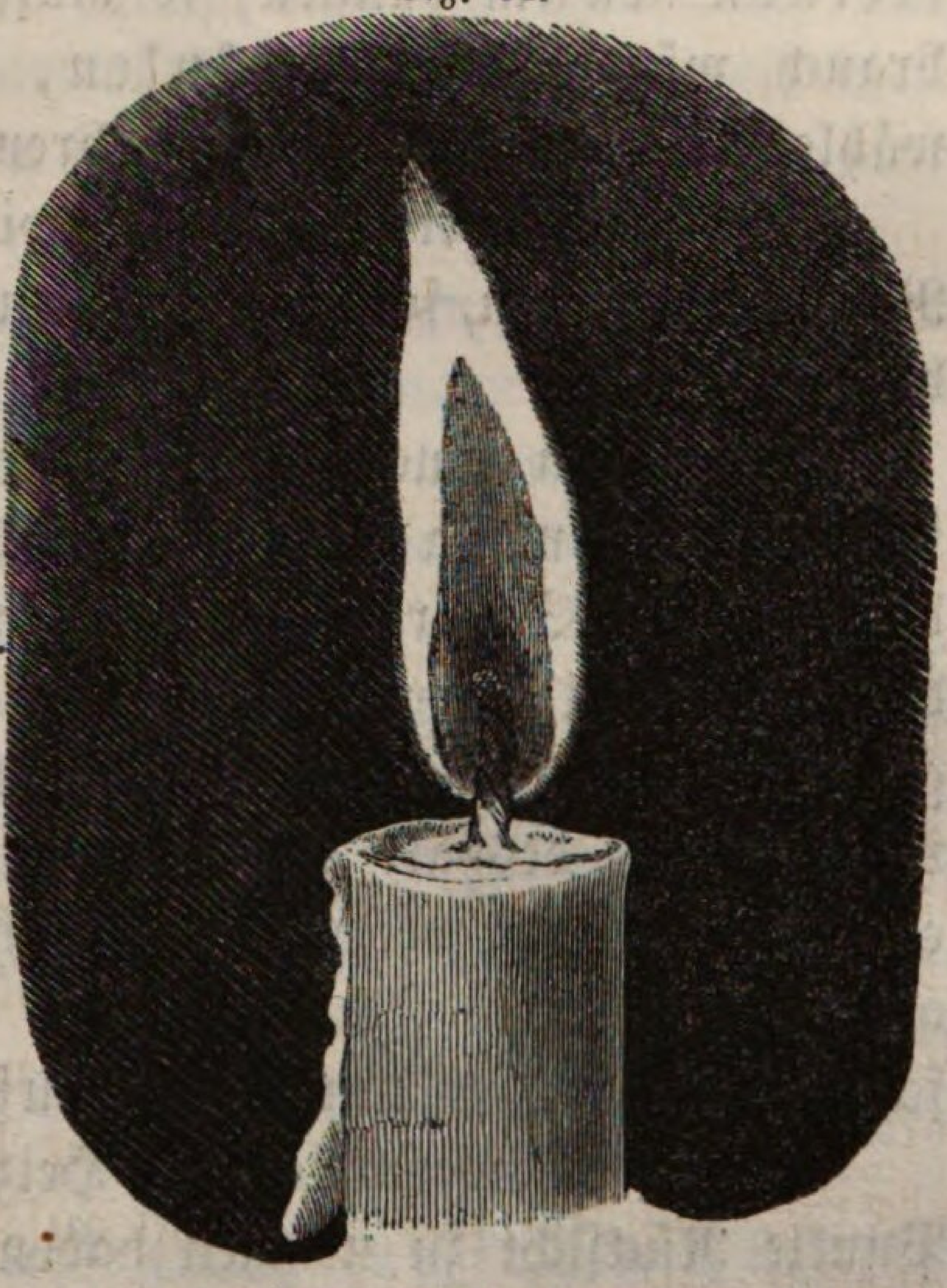
a) je kleiner der Raum ist, in welchem sich die Wärmemengen ansammeln,

b) je kürzer die Zeit ist, während welcher die Verbrennung geschieht,

c) je weniger Stoff im Feuerraum zu einer gewissen Temperatur erhitzt werden soll, und

d) je weniger Wärme dieser Stoff für die beabsichtigte Erwärmung nöthig hat (s. specifische Wärme S. 57).

Fig. 54.



Jeder dieser Fälle macht sich selbstständig geltend. Und die Natur des Brennstoffs spricht dabei (in c) ihr Wort mit. Um darüber ins Klare zu kommen, müssen wir erst die Frage:

§. 219.

Was ist die Flamme?

erörtern.

Daß die Erscheinung der Flamme nicht nothwendig ist zur Erzeugung der Hitze, zeigt die einfache Erfahrung, wonach eine reine Kohle ohne Flamme verbrennt und eine sehr bedeutende Hitze entwickelt.

Betrachten wir uns die Flamme einer Talgkerze (Fig. 54). Rings um den Docht herum sehen wir einen dunkeln Kern; er besteht

aus den Destillationsprodukten des Talgs, — Leuchtgas, Kohlenwasserstoff. Dieses Gas nun wird bei der von Außen eindringenden Verbrennungswärme zersetzt in Kohlenstoff und Wasserstoff — dadurch entsteht der mittlere hellleuchtende Kegel aus brennendem Wasserstoff, in welchem der weißglühende Kohlenstoff schwebend bleibt. Sobald nun dieser glühende Kohlenstoff durch Berührung mit der Luft ebenfalls verbrennt, bildet sich der äußerste fast farblose Mantel, in welchem die beträchtlichste Wärme-Entwickelung stattfindet.

Der weißglühende Kohlenstoff ist durchaus kein Anzeichen von großer Wärme-Entwickelung, — er ist lediglich der Vorläufer einer recht vollständigen Verbrennung. So muß denn auch einer Leuchtgasflamme, um sie zum Erhitzen zu benutzen, soviel Luft zugeführt werden, daß sie zu leuchten aufhört. —

Was also ist die Flamme? — Nichts Anderes, als ein nur an seiner Oberfläche brennender Gaskörper, d. h. bei großem Inhalt von Stoff nur wenig brennender und heizender Stoff. Die nicht brennenden Stoffe aber verbrauchen vorläufig nur Wärme (s. §. 218 c).

Wollen wir deshalb eine große Menge Wärme in einen kleinen Raum bannen, so müssen wir auch diesen Wärme-Verbrauch möglichst beschränken, — wir müssen einen Brennstoff wählen, der ohne Flamme brennt, z. B. Holzkohle.

Und umgekehrt, — wollen wir die producirte Wärme auf große Räume vertheilen, so greifen wir zu einem Brennstoff, der mit Flamme brennt.

Man kann annehmen, daß alle flammenden Brennstoffe Wasserstoff enthalten; ja selbst in der Form des Wassers (d. h. in Verbindung mit Sauerstoff) veranlaßt der Wasserstoff noch Flammenbildung. Feucht gewordene Holzkohlen geben Flammenfeuer, gut ausgeglühte nicht; — Koaks ziehen keine Feuchtigkeit aus der Luft an und brennen deshalb ohne Flamme. Leitet man Wasserdämpfe unter einen Rost, auf welchem sich glühende Kohlen befinden, so beginnt augenblicklich das Flammenfeuer. Allein diese Flammenbildung geschieht unter allen Umständen auf Kosten des Heizeffekts.

Bei der Konstruktion der Heizapparate werden wir auf alle diese Punkte Rücksicht zu nehmen haben.

Aus dieser Betrachtung des Verbrennungsprozesses folgt denn auch noch, daß die höchste Temperatur im Feuerraume an der Stelle

sein muß, wo die Verbrennung stattfindet. Theils die Abkühlung durch die Umgebung, theils die Zerstreuung der strahlenden Wärme, theils der Wärme-Verbrauch durch die Gasbildung führen es herbei, daß schon in geringer Entfernung über den glühenden Kohlen ein viel geringerer Hitzgrad ist.

Fünfter Abschnitt.

Die Zelle und ihr Leben.

---

§. 220.

Im Malzkeller — wo wir das Korn zum Keimen bringen —, sowie im Gährkeller — wo wir mit der Anzucht der Hefenpflanzen Gärtnerei treiben — begegnen wir den schon manchfaltiger gestalteten Stoffgesellschaften, welche in der Zelle ihren Wohnsitz aufgeschlagen haben.

Was ist die Zelle? — Zellen nennt man die Bausteine, aus denen Thiere und Pflanzen zusammengefügt sind. Und weil diese einzelnen Theile ihr eigenes Leben führen, deshalb machen sie auch den ganzen Bau lebendig.

Wir haben es hier nur mit der Pflanzenzelle zu thun und müssen uns zum bessern Verständniß mancher Erscheinungen des Keim- und Gährprozesses auch mit dem Leben dieser Zellen bekannt machen.

Die Zellen sind immer sehr klein, — um sie beobachten zu können, bedarf man der Beihülfe eines Mikroskopes mit starker Vergrößerung. Die ausgewachsene Unterhefe z. B. besteht aus einzelnen frei schwimmenden Zellen von nur $^1/_{170}$ bis $^1/_{120}$ Millimeter Durchmesser, — verschwindend klein sind die Uranfänge dieser Zelle, welche selbst unter dem stärksten Vergrößerungsglase nur als Pünktchen erscheinen, aber durch ihr fröhliches Leben rasch heranwachsen, so daß man nach einigen Stunden schon ihren Durchmesser unter dem Mikroskop messen kann.

Die Zelle ist ein von Flüssigkeit und festen Körpern erfülltes und durch eine feste Haut nach außen geschütztes Bläschen.

§. 221.

Die Haut dieser Zellen besteht aus Zellstoff (s. §. 109), der Inhalt derselben hauptsächlich aus Eiweißstoffen. Außerdem finden sich darin wandelbare Mengen von Stärkemehl, Gummi, Zucker u. s. w. Die Eiweißstoffe kommen aber in zwei verschiedenen Formen vor; — der eine Eiweißstoff ist leicht auflöslich im Wasser und ist auch als eine solche Auflösung in der Zelle enthalten (§. 154), — der andere Eiweißstoff ist unauflöslich in Wasser, saugt dasselbe aber auf und schwillt darin an, wie das Glutin.

Wenn es nun möglich ist, dem Inhalt der Zelle Wasser zuzuführen, ohne die Zellwand oder Haut zu verletzen (und wir werden sehen, daß dieses geschehen kann), so wird man den löslichen Eiweißstoff von dem unlöslichen trennen können. Darauf beruht z. B. der Umstand, daß die Hefe durch fortgesetzte Berührung mit Wasser ihre Gährkraft verliert, — der lösliche Eiweißstoff, welcher den chemischen Prozeß der Gährung einleitet, ist fortgeschafft.

Die Zellhaut besitzt eine große Zähigkeit und Dehnbarkeit. Für das Wasser (als den Vertreter der Freizügigkeit der Stoffe) ist sie durchdringbar, deshalb auch für alle im Wasser gelösten Stoffe. Und so können diese Stoffe in die Zelle gelangen, obwol dieselbe ringsum geschlossen ist.

§. 222.

Die treibende Kraft aber, welche die Flüssigkeit außerhalb der Zelle zu der Wanderschaft in die Zelle verleitet, ist wiederum das allgemeine Naturgesetz der Geselligkeit (§. 4). Flüssigkeiten von verschiedenem Grade der Concentration (d. h. von verschiedenem Grade des Gehalts an Stoffen) streben sich zu vermischen und stellen zuletzt eine gleichartige Mischung dar. Da bewährt sich denn nun auch die Herrschaft der Majorität, — wo die größere Masse bereits vorhanden ist, unterwirft sie sich die kleinere Masse, — die weniger concentrirte Flüssigkeit wandert stets zu der concentrirten.

Werden nun beide Flüssigkeiten durch eine durchdringbare Haut von einander getrennt, so folgt nichtsdestoweniger die schwächere Flüssigkeit dem Naturgesetz, durchdringt die Haut und vereiniget sich mit der stärkern.

Auf die Zelle angewandt, wird also die Strömung in die Zelle stattfinden, wenn die äußere Umgebung derselben aus einer schwächern Flüssigkeit besteht; — ist dagegen die äußere Flüssigkeit con-

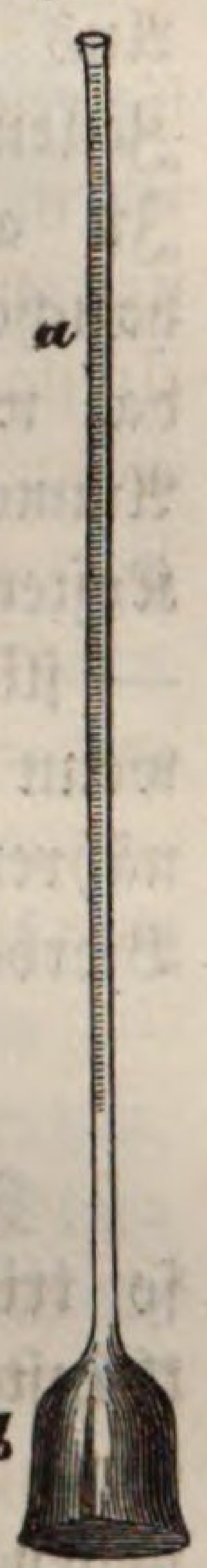
centrirter, so wandert der lösliche Theil des Zellinhalts nach Außen.

Man hat diese Strömungen mit griechischen Namen belegt: — geht sie in die Zelle, so nennt man sie Endosmose, — geht sie aus der Zelle nach Außen, so heißt sie Exosmose.

§. 223.

Um sich die Folgen dieser Strömungen recht klar vor die Augen zu führen, kann man sich des nebenstehenden Apparats, des Endosmometers, bedienen.

Fig. 55.



a

b

Da hier die beiden Flüssigkeiten durch eine Zellhaut getrennt werden sollen und die Pflanzenzelle nur mikroskopisch klein ist, so kann man sich hier nur einer Platte von zusammenhängenden Zellen bedienen, z. B. der Oberhaut von Zwiebelschalen oder des sog. Pergamentpapiers.

Das Rohr a trägt am untern Ende einen halb kugelförmigen Trichter b, dessen Rand umgestülpt ist. Ueber diesen Rand nun wird die in Wasser gut geweichte Pflanzenhaut mit einem gewichsten Faden gut befestigt und ringsum mit Klebwachs verstrichen. Dann wird die Flüssigkeit, welche dem Zellinhalt entsprechen soll, bei dem Trichterchen oben eingegossen, so daß sich die Kugel bis an die graduirte Skale füllt. So vorbereitet setzt man das Instrument in ein Gefäß mit der Flüssigkeit, welche die Umgebung der Zelle vertreten soll, und notirt den Stand der Flüssigkeit im Rohre. Ist z. B. das Instrument mit Wasser gefüllt und wird in Eiweiß getaucht, so findet die Strömung nach außen Statt; das Wasser sinkt im Rohr, — und umgekehrt, ist Eiweiß im Instrument und außerhalb Wasser, so nimmt das Eiweiß an Raum zu und steigt im Rohr empor. — Nimmt man anstatt des Wassers Bierwürze, so ist die Richtung der Strömung dieselbe, sie geht aber langsamer von Statten.

§. 224.

Kommen nun auf diesem Wege Stoffe in die Zelle, so setzt das gesellige Treiben derselben sein Spiel fort unter dem Einfluß des Zellinhalts und der Zellhaut.

Erinnern wir uns jetzt des in §. 107 erwähnten Naturgesetzes, wornach unter dem Einfluß einer vorhandenen Stoffgesellschaft eine ihr gleiche ins Leben gerufen wird, wenn die dazu erforderlichen

Elemente vorhanden sind, — was nicht in die Gesellschaft paßt, wird hinaus geworfen, damit die junge Zelle der Mutterzelle gleich werde. So kommen wir zunächst zur Ernährung der Zelle.

Die Pflanzen auf dem Felde schöpfen ihre Nahrung aus der mit der Kohlensäure und dem Ammoniak der Luft beladenen Luftfeuchtigkeit und aus der Bodenfeuchtigkeit, welche außer den genannten Stoffen namentlich auch noch mineralische Bestandtheile (die beim Verbrennen der Pflanze als „Asche" hinterbleiben) in die Zelle führt. Aus diesen Stoffen gestalten sich bei Einfluß des Lichtes neue Zellen unter Ausscheidung des überflüssigen Sauerstoffs. In anderer Weise findet die Ernährung der Pilze Statt, — sie hauchen keinen Sauerstoff aus, sondern Kohlensäure, und wachsen nur da, wo sie passende Umgebung finden, — sie vermögen sich nicht von Ammoniak und Kohlensäure zu ernähren, sondern leben nur auf Kosten schon fertig gebildeter organischer Körper (§. 106) und — — fliehen das Licht. So ist denn auch der Hefenpilz in der Lage, wenn man ihn in eine Bierwürze setzt, auf deren Kosten sich zu ernähren, aber unter Ausscheidung von Kohlensäure und den übrigen Bierbestandtheilen.

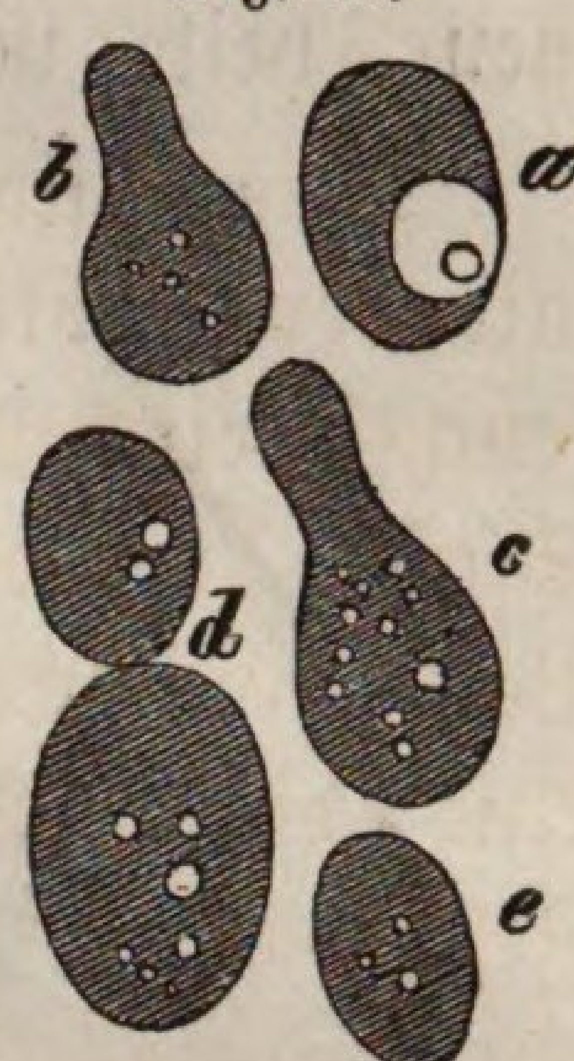
§. 225.

Ist die Zelle bei guter Ernährung im steten Wachsen begriffen, so tritt endlich der Punkt ein, wo nicht mehr „Raum ist in der kleinsten Hütte für ein glücklich liebend Paar", — — sie wird zu eng. Es erfolgt die Lostrennung der in der „Mutterzelle" erzeugten neuen Zellen, — die Fortpflanzung kommt an den Tag.

Die Wege der Lostrennung sind verschieden. Theils wandern die jungen Zellen (sog. Sporen), nachdem sie eben erst die Form der Zellen erhalten haben, durch die Wandungen der Mutterzelle hinaus, — so geht die junge Brut der Unterhefe mit den Bierströmungen aus der Mutterzelle in die gährende Flüssigkeit und ernährt sich auf eigene Faust. Theils wachsen sie in der Mutterzelle erst vollständiger aus, können dann mit der Strömung nicht mehr durch die Zellhaut passiren, drücken diese deshalb nach außen, so daß ein Höcker (eine sog. Knospe) zum Vorschein kommt, dessen Zusammenhang mit der Mutterzelle immer geringer und unter Umständen ganz aufgegeben wird (die Abschnürung), — das ist die Art, wie

sich die Oberhefe fortpflanzt. Fig. 56 zeigt eine solche Oberhefenzelle in 1000facher Vergrößerung, a ist die Mutterzelle mit dem Höcker, welcher bei b schon erklecklich an Umfang gewonnen hat, bei c sieht man auch die Zunahme der Nachkommenschaft in der Mutterzelle, bei d ist auch die junge Tochterzelle bereits in gesegneten Leibesumständen und hat sich bei e von der Mutterzelle getrennt.

Fig. 56.



Die Fortpflanzung durch Sporenbildung kommt blos bei einigen Pilzen vor. Die Vermehrung der Zellen der übrigen Pflanzen geht durch Knospenbildung vor sich.

I. Das Samenkorn und die Keimbildung.

§. 226.

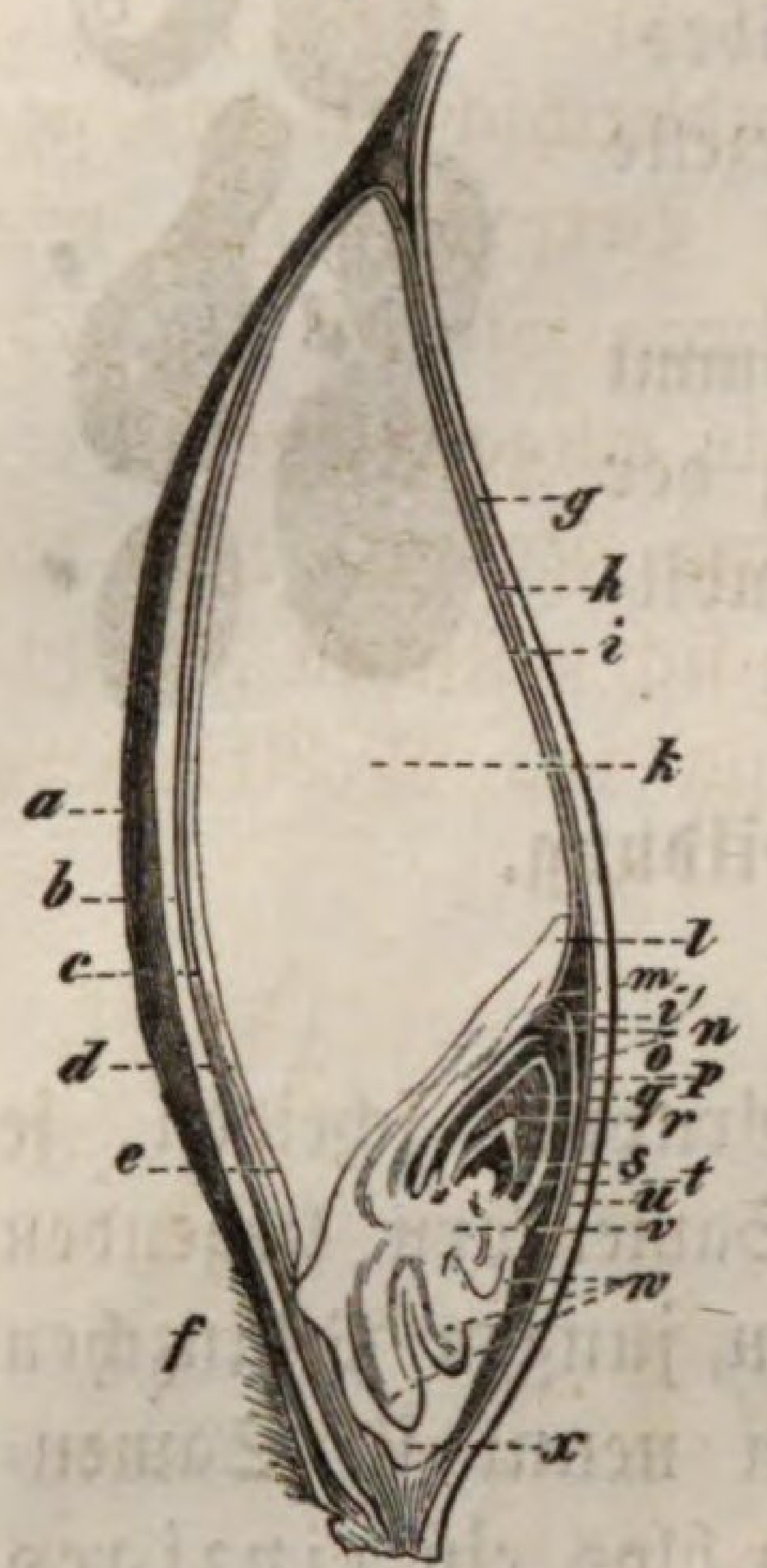
Alle Pflanzen lassen sich in zwei große Gruppen scheiden, je nach der Art der Umhüllung des in dem Samenkorn liegenden Keims. Diese blattartige Umhüllung giebt dem jungen Pflänzchen die erste Nahrung und stirbt dann ab, — man nennt sie Samenlappen oder Keimblätter. Entweder zeigt sich nun blos ein einziges Blatt, welches den obern Theil des Keims — den Blattkeim — scheidenförmig umhüllt, — oder es sind zwei Keimblätter vorhanden, die den Blattkeim dazwischen nehmen. In die erste Gruppe (Einsamenlappige) gehören z. B. alle Gräser, — in die andere (Zweisamenlappige) die große Mehrzahl der übrigen Gewächse.

Für unsern Zweck reicht es aus, wenn wir nur die Keimung der Gerste genauer ins Auge fassen. Als Beispiel einer zweisamenlappigen Pflanze dient uns die gewöhnliche Gartenbohne, wo die Samenlappen am Stengel als zwei rundliche fleischige Blättchen dicht unter den ersten herzförmigen Bohnenblättern sitzen. Auch liegt es dem Kreise unserer Betrachtungen zu fern, vollkommen Einsicht zu gewinnen in den Formenwechsel beim Keimprozeß. Es genügt, sich davon ein deutliches Bild zu verschaffen. Ich benutze dazu die beiden Abbildungen der vergrößerten Durchschnitte von ungekeimter und gekeimter Gerste, welche Kaiser nach den mikroskopischen Präparaten Radlkofer's im bayer. Kunst- und Gewerbeblatt 1859 publicirte.

Fig. 57 zeigt uns das Innere des rohen Gerstenkornes nach einem durch die Furche gehenden Längenschnitt.

a Die Furche, — b die hintere dünnere Spelze (wie alle folgenden Theile im Durchschnitt gesehn), — c hindere Hälfte der zarten Fruchtschale, — d hindere Hälfte der unter der Furche zur sogenannten Samennaht verdickten Samenschale*), — e Gefäßbündel der Samennaht, — f im Grunde der Furche verborgene, behaarte Basalborste (den Zweig der Aehrenspindel darstellend, welcher an seiner Basis das Korn trägt, an seinem obern Theile aber unfruchtbar ist), — g die vordere dickere Spelze (mit der hintern b zusammen die sogenannte Hülse des Gerstenkornes bildend), — h die andere Hälfte der Fruchtschale, — ii' die andere Hälfte der Samenschale, — k der Mehlkörper (das sogenannte Sameneiweiß), — l—x der Keim, — l—v der Blattkeim, — v—x der Wurzelkeim, — l das Keimblatt (Cotyledon), — m Wulst desselben, von welchem aus die Samenschale i' sich frei über den Keim herabzieht; — n die Scheide des Keimblattes, aus dessen Grunde sich erhebend und das Knöspchen des Keims vollständig umschließend, — o die Spalte in der Scheide, durch welche das Knöspchen bei seiner Entwickelung hervortritt, — p—v das Keimknöspchen, — p das erste Blatt des Knöspchens, mit seinem mittleren Theile vorne am Keime eingefügt, — q die Ränder dieses Blattes, nach hinten übereinander geschlagen, so daß das erste Blatt alle folgenden tutenförmig umhüllt, — r das zweite Blatt in umgekehrter Stellung wie das erste, d. h. der mittlere Theil nach hinten, die Ränder nach vorne gelegen, vom ersten Blatte umhüllt, die folgenden umhüllend, — s das dritte Blatt, eben erst angelegt, mit noch unentwickelten Rändern; gewöhnlich findet sich noch ein jüngeres viertes Blatt, welches in der Zeichnung weggelassen ist, — t die Spitze des jugendlichen Stengels, — u jugendliches Seitenknöspchen in der Achsel des ersten Blattes, — ähnliche Seiten-

Fig. 57.



*) Spelze, Frucht- und Samenschale sind bei der Gerste mit einander verwachsen.

knöspchen finden sich auch gegenüber in der Achsel der Keimblattscheide und des zweiten Blattes, — v centraler Theil des Keimes, die Grenze zwischen Wurzel und Stengel darstellend, — w drei Nebenwürzelchen, — x die Hauptwurzel, welche immer unentwickelt bleibt und beim Keimen von den in ihrem Gewebe eingeschlossenen Nebenwürzelchen durchbrochen wird.

Fig. 58. Der Fig. 57 entsprechende Längendurchschnitt des gemalzten (keimenden) Gerstenkornes in gleicher Vergrößerung wie Fig. 57. Alle Buchstaben haben dieselbe Bedeutung wie in Fig. 57. Aus ihrer Vergleichung ergeben sich von selbst die eingetretenen Veränderungen. Das heranwachsende Knöspchen des Keimes hat die Samenschale i zwischen m und i' durchbrochen und sich zwischen Frucht- und Samenschale unter theilweiser Verdrängung des Mehlkörpers emporgeschoben; x und x' sind die auseinander geschobenen Theile der durch die Entwickelung der Nebenwürzelchen w durchbrochenen Hauptwurzel, — die mit w bezeichneten Nebenwürzelchen entsprechen denen der Fig. 57. Die vorderste, wenigst entwickelte ist der ganzen Länge nach durchschnitten, die beiden hinteren nur an ihrem Ursprunge. Unter ihnen sprossen ähnliche Nebenwürzelchen hervor. Sie umkleiden sich unter natürlichen Verhältnissen mit einem dichten Flaume weißer Wurzelhaare, welcher nur an einer Wurzel in der Zeichnung wiedergegeben ist.

Fig. 58.



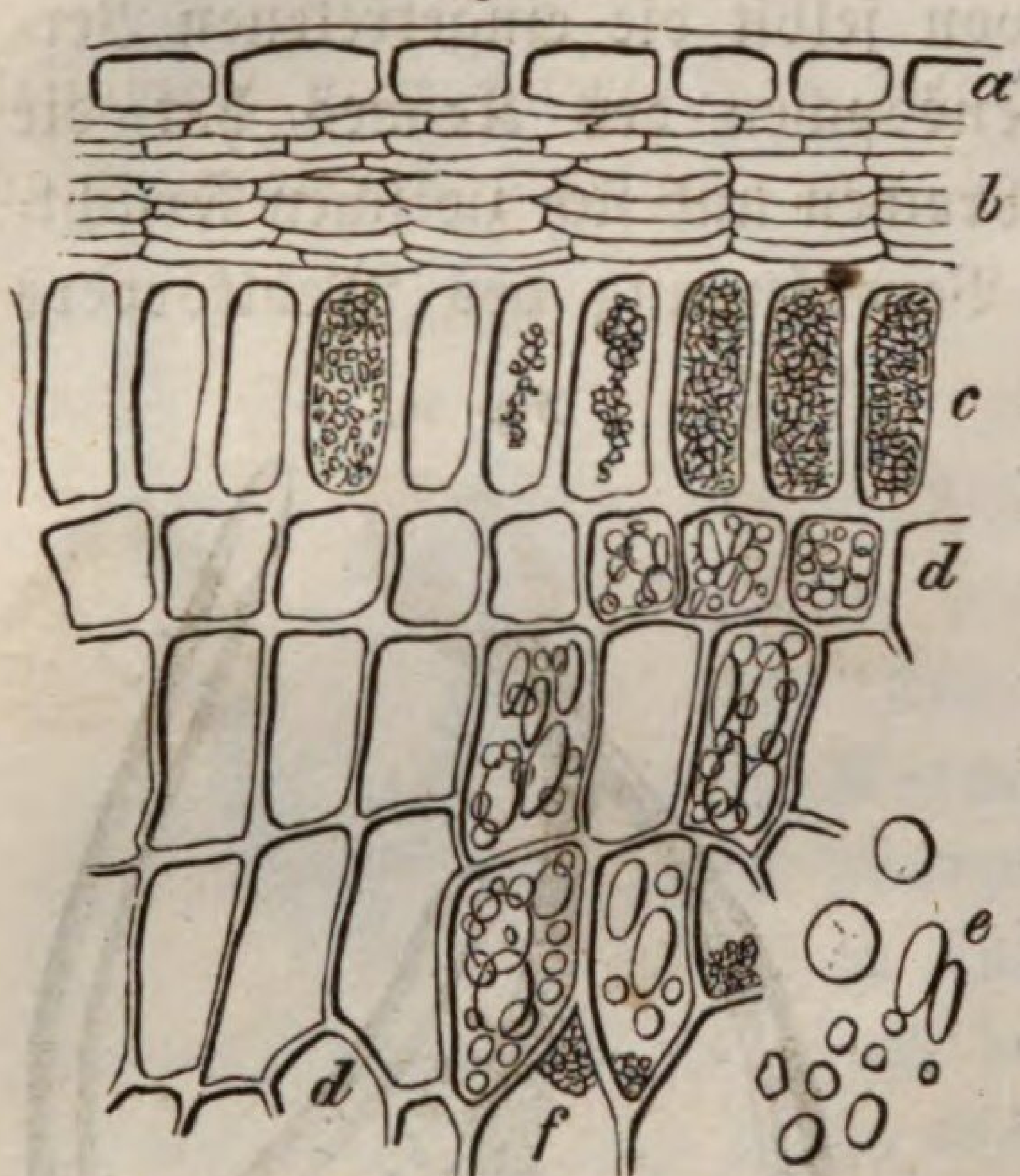
In derselben Weise entfaltet sich auch der Keimprozeß beim Hafer. Anders aber ist's beim Weizen, — da erscheinen beide Keime nebeneinander an derselben Spitze des Korns. Da hierbei der Blattkeim nicht unter der Hülse fortwächst, so findet auch jene Umwandlung der Eiweißstoffe, welcher das Malz seine Anwendbarkeit zur Glykose-Gährung verdankt, nicht in so hohem

Grade statt wie bei der Gerste, — Weizenmalz ist minder kräftig als Gerstenmalz.

§. 227.

Wir müssen auch der Anordnung der Zellen in dem Mehlkörper der Getreide noch einige Aufmerksamkeit schenken. Dieser Mehlkörper zeigt nämlich bei allen Getreidearten unmittelbar unter der Schale 1 bis 3 Lagen von Zellen, welche ausschließlich mit Eiweißstoffen erfüllt sind, — die übrigen Zellen nach dem Innern des Kornes zu dagegen enthalten viel Stärkemehl und nur wenig Eiweißstoff. Zur Verdeutlichung diene die Fig. 59, ein feiner Querschnitt durch ein Roggenkorn in 230facher Vergrößerung. Dabei zeigen sich von Außen nach Innen folgende Schichten. a die Oberhaut der Fruchtschale, — b das trockne, zusammengedrückte Zellgewebe der Frucht- und Samenschale, — c die äußerste Zellenlage, gestreckte Zellen voll Eiweißstoffe, — d Zellen mit viel Stärkemehl und wenig Eiweißstoffen, — e einzelne Stärkemehlkörnchen, — f vereinzelte Einlagerungen von Eiweißstoffen.

Fig. 59.



Beim Schälen (Enthülsen) der Getreide wird nicht allein die Frucht- und Samenschale (a und b), sondern auch die Schicht c zum größten Theile mit fortgenommen. Dieser Umstand ist von Wichtigkeit für die Mitanwendung von rohen Getreiden beim Maischen, weil die Biere, welche mit hülsenfreien (geschälten) Getreiden gebraut werden, weniger Eiweißstoffe enthalten, mithin auch minder vollmundig sind als die aus (mit den Hülsen) geschrotenen Getreiden.

§. 228.

Ueber die Verwandelung der Form, welche das Stärkemehl beim Keimen erfährt, giebt Schleiden sehr interessante Aufschlüsse. Dieser Formenwechsel ist verschieden bei der Gerste, dem Hafer, der Kartoffel u. s. w.

Am deutlichsten und einfachsten gestaltet er sich bei der Kartoffel. Wenn man eine etwa 4 Wochen alte Saatkartoffel aufnimmt und das darin enthaltene Stärkemehl mikroskopisch untersucht, so zeigt sich beim Vergleich derselben mit dem Stärkemehl aus einer reifen Kartoffel, daß eine allmälige Auflösung des Korns von Außen nach Innen stattgefunden hat, in deren Folge das anfänglich eiförmige Korn allmälig zu einem stabförmigen Körper umgebildet wird. Das allmälige Abschmelzen der Form des Stärkemehls in einer solchen 4 Wochen alten Saatkartoffel zeigt Figur 51.

Ganz anders gestaltet sich der Hergang, wenn man Kartoffelstärke, mit frischer Bierhefe angerührt, der Gährung überläßt. Nach einigen Tagen schon zeigt sie sich an einzelnen Stellen auf eigenthümliche Weise aufgelöst, gleichsam angefressen (s. Fig. 60 a bis c). Es dringen verschiedene Löcher und selbst längere Kanäle von Außen in die Substanz des Korns ein. Die Kreislinien, welche die Schichten des Korns bezeichnen, sind dann ganz verschwunden. Läßt man die Einwirkung der Hefe längere Zeit fortdauern, so wird die äußere Mündung dieser Löcher nur selten erweitert, dagegen dehnen sie sich immer weiter im Innern aus, fließen hier zu einer gemeinschaftlichen Höhle zusammen (Fig. 60 d) und so wird allmälig das Korn von Innen nach Außen aufgelöst, der äußere Umfang wird immer dünner und verschwindet endlich meistentheils gänzlich, nachdem er vorher in einzelne unregelmäßige Fetzen zerfallen ist. Ganz derselbe Prozeß findet nun auch unter den Cerealien bei der keimenden Gerste Statt. Und ausgezeichnet schön lassen sich die sämmtlichen Stufen in jedem guten Malze beobachten.

Fig. 60.



Das Stärkemehl des Hafers zeigt beim Keimen dieselbe Erscheinung, welche bereits im §. 112 erwähnt und in der Fig. 50 dargestellt wurde. Die einzelnen Stückchen werden sodann aber ebenso von Außen nach Innen aufgelöst, wie das Stärkemehl in der Saatkartoffel.

II. Die Hefenzelle.

§. 229.

Von allen andern Pflanzen-Zellen unterscheidet sich die Hefenzelle wesentlich durch die Art ihrer Ernährung. Sie ernährt sich und wird fortpflanzungsfähig durch Aufnahme von Glykose und gebräunten Eiweißstoffen auf dem Wege der „Endosmose". Die Glykose zerfällt dabei (s. §. 188) in Kohlensäure und verschiedene Alkohole, welche beide (erstere frei, letztere mit Eiweißstoffen verbunden) durch „Exosmose" hinaustreten in die gährende Flüssigkeit, während die Eiweißstoffe zum Theil in der Zelle zurückbleiben und den Inhalt der Hefenzelle und dadurch die Nachkommenschaft derselben vermehren.

Die Wandungen der neugeborenen Hefenzellen haben ihr Material von dem Dextrin oder der Milchsäure der Würze erhalten, welche beide Körper bekanntlich mit der Cellulose gleiche Zusammensetzung haben.

Dieser Stoffwechsel geht so erstaunlich schnell von Statten, daß man das Wachsen der Hefenzelle vermittelst des Mikroskops (bei 400facher Vergrößerung) sehr gut beobachten kann.

§. 230.

Es war oben die Rede davon, daß die Ober- und Unterhefe zwei verschiedene Pflanzen (Pilze) sind, — verschieden, weil sie sich in verschiedener Weise fortpflanzen. Die Unterhefe entsendet ihre junge Brut als verschwindend kleine „Sporen" durch die Wandungen der Zelle, — die Oberhefe macht ihre Nachkommenschaft in der Form von „Knospen", die sich von der Mutterzelle durch Abschnürung lostrennen.

In beiden Fällen bleibt die Mutterzelle unversehrt und zu weiterer Fortpflanzung fähig.

Wird aber eine Unterhefenzelle in einer Würze großgezogen, welche viel Milchsäure (und weniger Zucker) enthält, so stößt die Geburt der in der Mutterzelle befindlichen Sporen auf Schwierigkeiten, — die Wandungen lassen solche nicht mehr hindurch, — die Mutterzelle zerplatzt und der junge Nachwuchs wächst unter gleichen Verhältnissen zu gleicher Thätigkeit bezüglich der Fortpflanzung heran. Wahrscheinlich wird viel Milchsäure bei diesem Prozesse zu Cellulose und verdickt die Wandungen der Zellen, so daß die Sporen nicht mehr hindurch spazieren können. Setzt man solche Milch-

säure-Hefe aber in frische Würze, die frei von Milchsäure ist, so wird sie allmälig wieder in normale Unterhefe verwandelt. Wird dagegen eine Oberhefe denselben milchsauren Einflüssen unterworfen, so dauert die Knospenbildung ungestört fort.

Wäre es möglich, daß die Unterhefe in Oberhefe verwandelt werden könnte, so müßte diese Umwandlung unter dem Einfluß der Milchsäure wol am leichtesten stattfinden, da die Knospenbildung doch wol immer noch leichter zu bewirken ist, als das Zerplatzen der Zelle.

§. 231.

Das sehr verbreitete Mährchen von einer Umwandelung der Oberhefe in Unterhefe oder umgekehrt beruht auf einer Täuschung der roheſten Art. Hätte man sich die Verhältnisse durch das Mikroskop angesehen, so wäre man des Irrthums bald inne worden. So aber hat man sich durch die Umtriebe der Kohlensäure hinter's Licht führen lassen.

Die Kohlensäure-Bläschen haften an den einzelnen Hefenzellen der Unterhefe und führen sie — wenn der Luftballon groß genug ist — an die Oberfläche; — ist der Luftballon kleiner, so können die Hefenzellen schwebend bleiben (das ist das „grüne" Bier, welches nicht „durchfallen" will); — beseitigt man die Kohlensäure durch öfteres Schütteln der Flüssigkeit oder durch Zusatz von Kochsalz (siehe die hallymetrische Probe §. 262), so begiebt sich die ihres Trägers beraubte Hefenzelle an den Boden (das Bier „klärt sich"). Dieselbe Klärung findet auch Statt, wenn man das Bier soweit abkühlt (vergl. die Kühlschlangen der englischen Gährbottiche), daß alle Kohlensäure in der Flüssigkeit aufgelöst bleibt und gar keine Luftballons Platz greifen können, — da setzt sich alle (sei es Ober- oder Unter-) Hefe zu Boden.

Der erwähnte Kohlensäurestrom hat nun mit der Oberhefe noch viel leichteres Spiel, weil

1) die Zellen der Oberhefe zusammengewachsen sind und in einem solchen Schwamm von Zellen sich mehr Kohlensäure-Bläschen einnisten und nicht weiter wandern können, und weil

2) die Zellen der Oberhefe größer sind als die der Unterhefe, — und deshalb bei der platten linsenförmigen Form aller Hefenzellen (s. §. 245) mehr Anhaftungspunkte für die Kohlensäure bieten.

Folge davon ist, daß bei einer Obergährung a) mit lebhafter Kohlensäure-Entwicklung alle Oberhefe an die Oberfläche getrieben wird, — nur einzelne abgeschnürte Zellen bleiben zurück, die aber bei der fortdauernden Knospenbildung ebenfalls der vorherrschenden Strömung alsbald folgen müssen, — daß aber mit Uebergehung aller Zwischenstadien b) bei einer Abkühlung der gährenden Flüssigkeit bis auf etwa 4° auch alle Oberhefe zu Boden sinkt, weil sie keine aufwiegelnden Kohlensäure-Bläschen mehr findet und weil die Hefensubstanz an sich doch immer schwerer ist als irgend eine Bierwürze.

§. 232.

Folge der eben erwähnten Thatsachen ist aber, daß

1) bei lebhaftem Kohlensäurestrom die Oberhefe stets an die Oberfläche getrieben, also aus dem Bereiche der gährungsfähigen Flüssigkeit **entfernt** wird, — daß also unter sothanen Umständen die gährende Flüssigkeit nur einen geringen Grad der Zersetzung erreichen kann, — daß

2) bei unterdrückter Kohlensäure-Entwickelung (Abkühlung der gährenden Würze) der Verkehr zwischen Hefe und Würze vollständiger ist und deshalb auch der Vergährungsgrad **weiter** vorschreitet. Praktische Anwendungen davon lernen wir später kennen.

Bei einer Unterhefe dagegen wird

3) der lebhaftere Kohlensäurestrom die Hefenzellen beständig emporwirbeln und somit durch eine Vervielfältigung der Berührung die Vergährung beschleunigen, aber er wird die Hauptmasse der Zellen nicht an die Oberfläche werfen und aus dem Bereiche des Stoffwechsels vertreiben können, — die Vergährung ist eine sehr vollständige. Kann sich aber

4) die Unterhefe ruhig zu Boden begeben und sich den Umarmungen der Würzebestandtheile entwinden (wozu eine geringere Abkühlung der Flüssigkeit ausreicht als bei der Oberhefe), dann bildet sie (kraft der Association) eine dichte, feste Schicht, die der gährenden Flüssigkeit nur eine einzige glatte Front zeigt. Nur an dieser Schicht schreitet die Zersetzung fort und deshalb ist der Vergährungsgrad (wie bei der Nachgährung über dem Faßgeläger) geringer als bei den zu Boden gesunkenen schwammigen Oberhefen-Verwachsungen, wo die gährende Flüssigkeit bei allen Wandungen anklopfen kann.

Das sind die Fallstricke, in die man gerathen war, als man vermeinte, eine zu Boden gesunkene Oberhefe sei eine Unterhefe, und eine an die Oberfläche getriebene Unterhefe sei zur Oberhefe geworden.

§. 233.

Wie es bei der Pflanzenzucht überhaupt geht, so auch bei der Hefenzucht, — es ist manchmal schwer, eine bestimmte Sorte rein — d. h. für sich, ohne die Beimengung einer andern — zu erhalten.

Die Oberhefe freilich wird gar so leicht an die Oberfläche getrieben, daß man vor einer Verunreinigung der Unterhefe durch Oberhefe sicher sein kann. Dagegen kann die Oberhefe gar leicht eine Beimengung von Unterhefe enthalten, wenn die Temperatur nicht niedrig genug gehalten wurde. Deshalb besteht denn auch die gewöhnliche Oberhefe aus einem Gemenge von reiner Vollblut-Oberhefe und einem Schwarme von Hefensporen und halbwüchsiger Unterhefe, die sich (kraft des Gesetzes der Association) an die Oberhefenzellen anlegen und ihnen den Charakter der sogenannten Schmierhefe aufdrücken.

Man kann aber beide Theile leicht trennen durch wiederholte kühl geführte Gährungen. Wird eine auf etwa 10° abgekühlte Würze mit wenig Schmierhefe hergestellt, so wird beim Beginn der Gasentwickelung fast nur die reine Oberhefe an die Oberfläche getrieben, wo man sie alsbald abnehmen muß; — die später an der Decke erscheinende Hefe enthält schon größere Beimengungen von Unterhefe, welche aber der Hauptsache nach an den Boden geht. Wird die zuerst abgenommene Oberhefe abermals mit kühler Würze gestellt, so wird sie schon reiner, — die Unterhefe senkt sich immer vollständiger zu Boden und die Oberhefe breitet ihre Zweige immer sauberer an der Decke aus. Auf diesem Wege gelangt man zur Darstellung der sogenannten Kernhefe oder geronnenen Hefe, d. h. einer reinen Oberhefe, welche — mit Wasser angerührt — sich gleich einer geronnenen Milch zu Boden setzt unter einer klaren, durch keine Unterhefenzellchen getrübten Flüssigkeit.

§. 234.

Solche Kernhefe artet aber — wie man da und dort behauptet — leicht aus und wird wieder zur Schmierhefe. Namentlich will man bemerkt haben, daß dieses Ausarten leicht eintritt unter dem Einfluß einer höhern Gährungs-Temperatur. In wieder andern

Brauereien weiß man nichts von einem Ausarten der Kernhefe trotz einer hohen Temperatur beim Stellen.

Diese Widersprüche finden ihre natürliche Auflösung in dem Umstande, daß in den Brauereien, in welchen man über Ausartung klagt, gleichzeitig auch untergährige Biere gebraut werden, — während in den andern Brauereien, die sich einer beständigen unveränderlichen Kernhefe erfreuen, einzig und allein auf Obergährung gebraut wird. In den erstern Brauereien benutzt man nun wol dieselben Gährgeschirre zu Unter- und Obergährung, wodurch denn — und seien sie noch so sorgfältig gesäubert — Unterhefensporen und -Zellen in die Obergährung eintreten. Ist auch das Verhältniß der beigemengten Unterhefe nur gering, so hat diese doch den Vortheil einer raschern Entwicklung für sich, — denn die Oberhefe wird ja alsbald an die Decke geworfen, der Verkehr mit der gährenden Flüssigkeit ist gehemmt und sie wächst deshalb viel langsamer als die Unterhefe, welche stets in der Würze herumwirbelt und also mehr Nahrung zum Wachsen und Fortpflanzen findet. Zudem gehört nur eine geringe Beimengung von Unterhefe dazu, um die Kernhefe schmierig zu machen. Wird nun eine solche Gährung bei hoher Temperatur geführt, so ist der Boden für die Unterhefe am günstigsten und es wird deren auch am meisten an die Decke getrieben.

Einige kühl geführte Gährungen werden dann die Hefenqualität wieder in das alte Geleis bringen.

§. 235.

Mit den bisher erwähnten Verschiedenheiten zwischen Unter- und Oberhefe steht auch die bekannte Thatsache in engster Verbindung, daß bei gleich stark gehopften Würzen die Unterhefe stark bitter ist, während die Oberhefe nur einen sehr gelinden bittern Geschmack zeigt und schon deshalb als Bäckerhefe vorgezogen wird.

Erinnern wir uns, daß das Hopfenharz in einer Würze aufgelöst erhalten wird durch die Glykose (s. §. 169). Verschwindet die Glykose, so scheidet sich auch das Hopfenharz aus und zwar als eine schmierige, klebrige Masse, die sich an allen festen Körpern firnißartig ansetzt. So sind die innern Wandungen der Gährbottiche mit Hopfenharz beschmiert. So sind auch die Wandungen der Hefenzelle damit überkleidet, — und nicht blos die äußern, sondern auch die innern.

Je mehr die Gährung fortschreitet, um so mehr Harz wird ausgeschieden, und um so mehr können die Hefenzellen damit überzogen

werden. In dieser Hinsicht würden beide Hefenarten gleichen Anschmierungen unterliegen. Allein noch ein anderer Umstand ändert die Sache zu Gunsten der Oberhefe. Die Auflösung des Hopfenharzes in Glykose wird nämlich auch durch frei durchströmende Kohlensäure zersetzt und das Harz scheidet sich aus. Bei der Oberhefe nun haftet verhältnißmäßig mehr Kohlensäure an den Wandungen der Hefenzellen, die dadurch theils vor den Anlagerungen des bereits ausgeschiedenen Harzes geschützt sind, theils aber werden die innern Wandungen der Zelle vor dem Harzüberzug durch die mit den Hefenzellen vereinigten Kohlensäurebläschen geschützt.

Bei der Untergährung dagegen durchströmt die Kohlensäure in viel größeren Massen die gährende Würze und scheidet mehr Harz aus, welches dann theils eine Zeitlang schwebend bleibt und sich den vagabundirenden Hefenzellen anhängt. Gleichzeitig aber bringt die Würze mit ihrem ganzen Harzgehalt in die Zelle und läßt das Harz an der innern Zellwand zurück.

§. 236.

Durch den eben erwähnten Ueberzug von Hopfenharz aber wird die Zellwand unzugänglich für die Ein- und Ausströmungen. Daher kommt es denn auch, daß die weniger bittere Oberhefe eine kräftigere Bäckerhefe liefert als die bittere Unterhefe. Wir werden bei der Gährung noch die eigenthümliche Erscheinung des „Rastens der Gährung" kennen lernen, welche zuweilen ihren Grund in solchem Harzüberzug hat.

Die Unterhefe kann zuweilen (namentlich beim Gähren sehr stark gehopfter Lagerbiere) so sehr mit Harz überzogen sein, daß sie nur eine geringe Gährkraft bewährt. Die Brauer pflegen dann zur „Stärkung" derselben etwas Arak oder starken Branntwein zuzusetzen, wodurch der äußere Harzüberzug aufgelöst wird. Man erreicht denselben Zweck aber besser, indem man die Hefe mit einer concentrirten Rohrzucker-Auflösung mengt, — $1^1/_2$ Pfund Zucker mit 1 Pfund Wasser gekocht, durchgeseiht und nach dem Erkalten mit etwa $1^1/_2$ Pfund ausgepreßter Hefe gemischt. Der Zucker löst das Hopfenharz auf, ohne der Hefe etwas zu Leide zu thun. Ebenso kann man die Hefe durch Gähren mit gekochter, aber ungehopfter Würze säubern.

Alle sogenannten Entbitterungs-Mittel, um die Unterhefe ebenfalls dem Bedarf der Bäckereien zugänglich zu machen, beruhen auf einer Beseitigung dieser Harzschichten. Als solches hat Artus

ein längst bekanntes Mittel empfohlen, nämlich auf je 32 Theile dickflüssige Hefe 1 Theil krystallisirte Soda zu nehmen, letztere in 64 Theilen warmem Wasser zu lösen und, nachdem sie auf 19° erkaltet ist, mit der Hefe zu mischen, — nach zweitägigem Stehen unter öfterm Umrühren werden noch 64 Theile Wasser hinzugefügt, die gelbliche Flüssigkeit nach dem Absetzen abgegossen, der Bodensatz noch ein- oder zweimal mit reinem Wasser übergossen, abfiltrirt und gepreßt.

Mir haben derartige Entbitterungsmittel kein zufriedenstellendes Resultat gegeben, die naturgemäße Zusammensetzung des Zellinhalts (die Eiweißstoffe) wird dadurch zu sehr gestört.

§. 237.

Dieser Inhalt der Hefenzellen kann auf verschiedene Weise so verändert werden, daß das Leben derselben erlischt, — die Gährkraft der Hefe ist zu Ende. Zu diesen gefährlichen Einflüssen gehören folgende:

a) Die Selbstzersetzung durch Fäulniß. Der Alles anfressende Sauerstoff der atmosphärischen Luft zertrümmert den Verband aller Eiweißkörper sehr bald, insofern Feuchtigkeit zugegen ist. Diesen Prozeß haben wir bereits als faulige Gährung (s. §. 205) kennen gelernt. Die vollkommene Entfernung der Feuchtigkeit verzögert den Eintritt der Fäulniß bedeutend, — kann aber die Lebenskräftigkeit der Hefe doch nicht ungeschmälert erhalten.

Das beste Hülfsmittel, um die Hefe von einer Braucampagne zur andern aufzubewahren, bietet die Knochenkohle (s. §. 58). Man nimmt die grobkörnige Knochenkohle, wie solche von den Zuckerraffinerien benutzt wird, — bringt sie auf ein Haarsieb, welches fein genug ist, um eben noch Hefe durchzulassen. Auf solch einem Haarsiebe wird die Knochenkohle so lange mit Brunnenwasser ausgewaschen, bis solches wasserhell abfließt, — der Rückstand wird getrocknet und mit der abgewässerten und ausgepreßten Hefe vermengt, so daß eine bröckliche Masse entsteht, welche sich an der Luft leicht austrocknen läßt. In diesem Gemenge mit Kohle bewahrt die Hefe ihre Gährkraft sehr gut. — Bei der Anwendung rührt man das Gemenge mit Würze an und wäscht auf dem Haarsieb mit Würze aus, — die Hefe geht mit der Würze durch das Sieb und die Kohle bleibt zurück.

§. 238.

Ein anderer Weg der Aufbewahrung besteht darin, daß man der Hefe möglichst viel Feuchtigkeit entzieht und dem Sauerstoff der Luft

den Zutritt absperrt. Man überstreut eine ausgepreßte Hefe mit zerstoßenem weißen Zucker und mengt beide Theile gut mit einander, — der Zucker löst sich in der von der Hefe zurückgehaltenen Feuchtigkeit und bildet einen Syrup, — es wird so lange Zucker zugesetzt, bis Alles zu einem gleichförmigen Syrup geworden ist. Dieser Hefensyrup (eine Erfindung Döbereiner's) hält sich sehr gut.

§. 239.

Ein ferneres Attentat auf die Gährkraft der Hefe wird begangen,

b) wenn sie zu lange mit Wasser in Berührung ist.

Das Wasser wird durch Endosmose aufgenommen und geht vermischt mit den löslichen Eiweißstoffen der Hefe (s. §. 154), welche für den Gährprozeß unentbehrlich sind, wieder hinaus.

Will man die Hefe von Beimengungen, die leicht faulen (Glutin rc.), durch Auswaschen befreien, so nehme man möglichst kaltes Wasser, weil von diesem dichtern Wasser weniger in die Zelle dringt als von warmem. Man wechsele ferner das Wasser so oft als möglich und beende den Prozeß in kürzester Frist. Der Hefenbrei muß abfiltrirt und gepreßt werden, ehedenn er einer fernern Präparation durch Knochenkohle oder Zucker unterworfen wird.

§. 240.

Höchst interessant ist die Vernichtung der Gährkraft der Hefe,

c) wenn sie mit einer reinen Auflösung von Glykose, die frei von Eiweißstoffen ist, in Berührung bleibt. Die Glykose zerfällt, es entsteht Kohlensäure und Wein, — die Hefe aber pflanzt sich wegen Mangel an Nahrung nicht fort, die Hefenzellen müssen vielmehr ihren Inhalt (Eiweißstoffe) zur Weinbildung (s. §. 159) hergeben und sterben an der Schwindsucht. Solche Hefenzellen erscheinen unter dem Mikroskop platter und durchsichtiger. Gährung vermögen sie auch in einer Bierwürze nicht mehr hervorzubringen. Wäre es lediglich die Form der Hefenzelle, welche den Stein des Anstoßes zur Explosion der immer schußfertigen Gährung lieferte*), so hätte hier doch auch wol Gährung entstehen müssen, da die Form sonst unverändert einer Linse ähnelt.

Bei der Hefenkonsumtion durch Gährung einer

---

*) Diese Theorie ist nämlich auch von Einigen aufgestellt worden, die sich darauf verlegten, das Zündloch zur Erklärung der Gährungserscheinung zu suchen.

Glykoselösung steht die Menge der zersetzten Hefe stets in **gleichem** Verhältniß zur Menge der zersetzten Glykose. Die Zersetzung der Glykose ist Folge der durch die Hefenzelle stattfindenden Strömung, deshalb auch ist die Menge der zersetzten Glykose proportional dem Umfange dieser Strömung. Durch diese Strömung wird nun der Zellinhalt entweder aufgezehrt (wie oben) oder er wird vermehrt und in neue Zellen verwandelt (bei Würze), — deshalb auch ist die Menge der zersetzten Hefe ebenso wie die Menge der neugebildeten Hefe proportional dem Umfange dieser mit steter Zersetzung der Glykose verknüpften Strömung.

§. 241.

Einige Substanzen hemmen die Gährkraft der Hefe, ohne sie aber zu vernichten. Dahin gehören die schweflige Säure (s. §. 77) und mehrere Schwefel enthaltende ätherische Oele, z. B. Senföl, Meerrettigöl. Durch die Anwendung solcher Substanzen bei der Nachgährung kann man diese also verzögern und — wenn man zeitig genug einschreitet — der Haltbarkeit desselben Vorschub leisten. Die schwefelige Säure dunstet allmälig wieder ab oder verändert sich in unschädlicher Weise, — die ätherischen Oele aber bleiben im Biere und verderben den Geschmack desselben.

In milderer Weise wirken einige andere ätherische Oele, z. B. Gewürznelkenöl, Lorbeeröl. — Deshalb setzen auch manche Brauer der gährenden Würze Gewürznelken, Lorbeermehl u. dgl. zu. Alle diese Dinge aber thun dem feinen Biergeschmack Eintrag.

Ebenso zeigen sich auch einige im Farbmalz entstandene brenzliche Oele gährungshemmend und der Zusatz von Farbmalz verzögert die Nachgährung etwas.

§. 242.

Ueber die Entstehung der Hefenzellen ist neuerdings viel gestritten worden. Das Resultat ist immer noch ziemlich unerquicklich, weil man nicht erfährt, ob die angeblich erzeugten oder aus andern Zellen fabricirten Hefenzellen einer Unter- oder Oberhefe angehörten, — dann auch noch ersieht man meistens nicht, ob die Unterhefensporen, welche durch die Gährungskohlensäure zu Myriaden in die Luft geführt werden, beim Versuche völlig abgewehrt sind oder nicht.

Der Streit bietet natürlich für die Praxis gar keinen Werth. Allein die Wißbegierde der Leser verlangt auch ihren Tribut.

Die belgischen Brauer rühmen sich der Erzeugung von Hefe durch die sogenannte Selbstgährung, welche der Gährung des Weinmostes nachgebildet ist. Man bringt die Würze in die Gährfässer und überläßt sie ihrem Schicksal, — die endlich erscheinende Gährung ist stets eine Untergährung mit Sporenbildung. Dabei tritt nun oft zur gewohnten Zeit (d. h. nach 8 bis 14 Tagen) keine Gährung ein, namentlich wenn die Gährgefäße neu sind. In diesem Falle hilft man sich dadurch, daß man die widerspenstige Würze auf ein bereits gebrauchtes Gährgeschirr legt, oder man ist genöthigt Hefe zuzusetzen. Es liegt auf der Hand, daß durch das Uebersiedeln auf ein gebrauchtes Gährgefäß nichts Anderes geschieht, als der Würze die geringstmögliche Menge Stellhefe zu geben. — Nicht anders verhält sich die Sache auch beim Most. Hat man beim Auspressen der Beeren die mit Sporen beladene Luft abgehalten und bringt den Most in saubere Glasgefäße, so tritt keine Gährung ein, die sich aber alsbald zeigt, nachdem das offene Gefäß in einen Keller voll gährenden Weines gebracht wird.

Weder bei Wein noch bei Bier konnte aber die sogenannte Selbstgährung jemals eine Oberhefe erzeugen, weil — — die Knospen nicht in die Luft gelangen und so in die Würze transportirt werden können.

Die Frage der Hefenerzeugung concentrirt sich also auf die Entstehung der **ersten** Hefenzelle überhaupt. Erörterungen darüber aber gehören ausschließlich ins Gebiet der reinen Naturwissenschaft, — hier haben wir keinen Platz dafür. Dagegen dürfen wir

§. 243.

die neuerdings mehrseitig behauptete Umwandlung der Schimmelsporen in Hefe nicht unerwähnt lassen. Man erzählt sich darüber Folgendes:

Die gewöhnlichen Schimmelpflanzen (Pilze) entsenden ihre Sporen in die Luft; kommen sie mit gährungsfähigen Flüssigkeiten in Berührung, so leiten sie die Gährung ein. Weil aber der Boden, auf welchem sie sich jetzt weiter entwickeln, ein anderer ist, als der, auf welchem der Schimmelpilz gewachsen war, so ändert sich auch die Schimmelspore und wird zur Hefenzelle. Zur Unterstützung dieser Theorie hat man noch angeführt, daß derlei Umwandlungen

selbst im Thierleben vorkommen. Das Bandwurm-Ei gelangt mit dem Menschenkoth dahin, wo die Schweine ihre Lieblingsschmausereien zu exerzieren pflegen, — im Schweine entwickelt sich das Bandwurm-Ei zur Finne, welche ihre Form auf diesem Boden nicht ändert, — gelangt aber die Finne in den Darmkanal eines Menschen, so wird wieder ein Bandwurm daraus. So — sagt man — könne es allenfalls Urthiere und Urpflanzen geben, aus denen sich unter veränderten Verhältnissen gar mancherlei andere Wesen entpuppen können. Ein solches Urthier wäre z. B. der Bandwurm, eine Urpflanze der gewöhnliche Schimmel, — die Eier des erstern werden im Schwein zur Finne, die Sporen des Schimmels werden in der Würze zu Hefe.

Dagegen nun ist von vornherein nichts einzuwenden, wenn das Experiment, — d. h. die in die Augen fallende naturhistorische Logik — den Segen dazu spricht. Sehen wir uns also die Sache auch von dieser Seite an.

Zunächst wird man doch wol fragen dürfen: was wird aus den Hefensporen, welche bei jeder Untergährung mit der Kohlensäure in die Luft wandern? — Glaubt man etwa, diese Auswanderung fände nicht Statt und die Hefensporen würden von dem Biere zurückgehalten? Hier der experimentelle Gegenbeweis. Man stelle ein mit Würze gefülltes Glasgefäß in einen Gährkeller für untergährige Biere, — die Gährung tritt (ohne Hefenzusatz) früher oder später ein, wenn schon sich daneben die Oberfläche mit sogenanntem Kahn bedeckt (der Kahn ist auch ein Pilz, dessen Beimengung aber in der Würze keine Gährung hervorruft). Eine Würze, ferne vom Keller, kommt im Glasgefäß nicht in Gährung. Hieraus geht doch wol hervor, daß die Luft Gährung erregende Sporen enthält und daß die Schimmelsporen dazu nicht nöthig sind. Was also, fragen wir, wird aus diesen Hefensporen, während man den Schimmelsporen allein die gährungerregende Kraft zuspricht?

Die Antwort lautet: „Die Hefensporen wachsen in Berührung mit der Luft zu fadenförmigen Pilzen aus, welche fruchttragende Zweige bilden, und die Samen dieser Pilze insbesondere sind es, welche in einer gährungsfähigen Flüssigkeit zur Hefenzelle auswachsen und Gährung erregen. Nicht alle Pilzsporen aber haben die Fähigkeit, sich zur Hefenzelle zu entwickeln, die Samen des Champignons z. B. veranlassen nicht die mindesten Gährungserscheinungen. Bringt man dagegen mit Brandpilzen behaftete Rosenblätter, wie sie im Hoch-

sommer so häufig vorkommen, in eine Bierwürze, so kann man leicht Hefe in solcher Menge erzeugen, daß man damit Teig ansetzen und zu lebhaftem Gehen bringen kann."

Hiergegen ist immer noch einzuwenden, daß ja die Gegenwart von Hefensporen nicht ausgeschlossen war, — alle diese als Gährungserreger angewendeten Dinge können neben den Pilzsporen noch Hefensporen enthalten. Für das Auswachsen der Hefensporen zu Fadenpilzen (Schimmel) spricht das massenhafte Vorkommen letzterer an den Wänden der Gährkeller. Ich habe öfters versucht, vermittelst dieser Pilze Gährung zu erregen, — indessen vergeblich; vielleicht waren die Pilze noch nicht bis zum Fruchttragen gekommen.

Jedenfalls bedarf es noch vieler Versuche mit deutlicheren Resultaten, um über diese Beziehungen zwischen Hefenpilz und andern Pilzen ins Klare zu gelangen, — Versuche, die für den Brauer immerhin von Interesse sein müssen, wenn sie auch nicht gleich in praktische Folgerungen umgemünzt werden können.

Gelegentlich dieser Besprechung muß ich aber einen Widerspruch entschieden aufrecht erhalten. H. Hoffmann, der eine Reihe dahin abzweckender Versuche veröffentlicht hat, behauptet, daß die Hefenzellen, so lange sie in lebhafter Vegetation sind, verästelte Ketten bilden, die aus einer größern Anzahl von Einzelzellen zusammengesetzt sind. Diese Ketten sollen allmälig zerfallen und vereinzelt zu Boden sinken, ohne deshalb sofort abzusterben. Der Unterschied, welchen man zwischen Ober- und Unterhefe angegeben findet, soll in der Natur nicht begründet sein; — der Unterschied beruhe nur darin, daß die erstere noch in der Entwickelung begriffen und sprossend sei, die Unterhefe aber vollkommen ausgebildet und ruhend!!!

Die Unterhefe soll vollkommen ausgebildet und ruhend sein, während ihre Zellen kleiner sind als die Oberhefe, und die Untergährung, wobei **nie** eine Verästelung von Zellen zu bemerken ist, den größten Vergährungsgrad zeigt? — Wie gesagt, es ist noch ein gut Stück Arbeit auf diesem Felde zu thun.

§. 244.

Die Pflanzenkultur, durch welche wir unter Anderm auch die Menge der Ernte zu steigern suchen, mag Pasteur veranlaßt haben, auch die Hefenkultur zu forciren. Er behauptet, daß ein Gemenge von weinsaurem Ammoniak und phosphorsaurem Natron einen vor-

trefflichen Dünger für die Hefe abgebe, so daß man aus Zuckerwasser, vermischt mit diesen Salzen und Spuren von Hefe, große Hefenmengen herstellen könne.

Die Hefe ist außerordentlich reich an phosphorsauren Salzen und deshalb ist der Zusatz von Phosphorsäure zu Branntweinmaischen längst als ein gutes Mittel zur Steigerung des Vergährungsgrades in Anwendung. Sind die phosphorsauren Salze in der That ebenso nothwendig zur Entwickelung der Hefenzelle, wie sie unentbehrlich sind zur Samenbildung (kein Samenkorn ohne Phosphorsäure!), dann fällt diese Wirkung der Phosphorsäure ganz in das Gebiet der mineralischen Düngung überhaupt, — je mehr Phosphorsäure, um so mehr Hefenzellen, und je mehr Hefe, um so größer der Vergährungsgrad. Der Umstand, daß Biere, welche arm sind an Phosphorsäure (z. B. Kartoffelstärkemehl-Biere), eine äußerst langsame Nachgährung durchmachen, scheint in der obigen Annahme begründet zu sein.

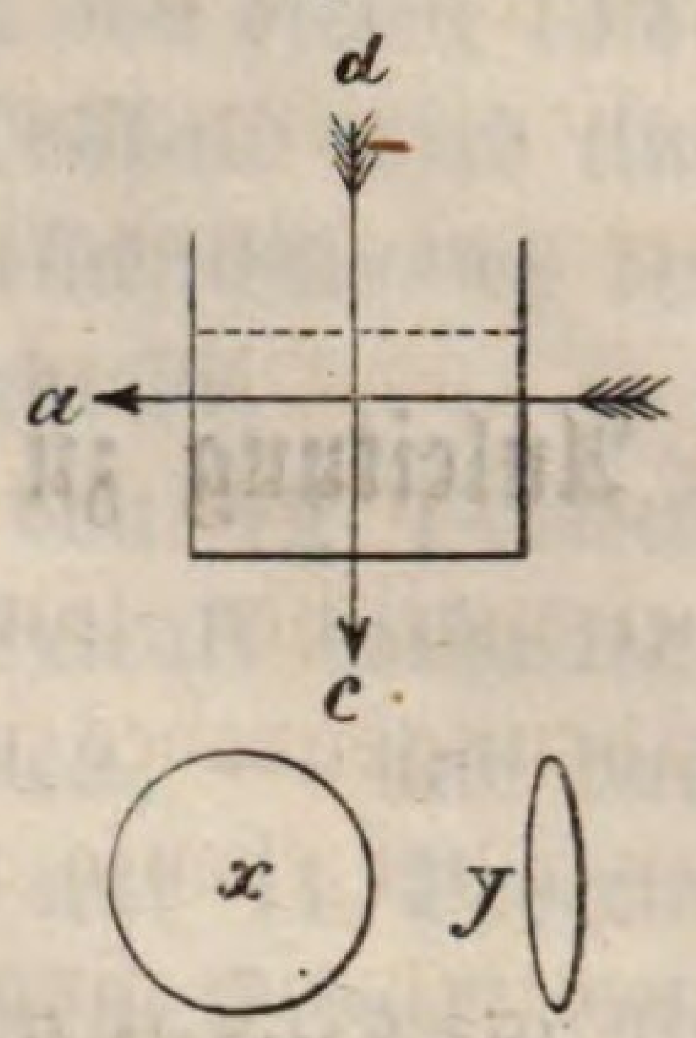
In gleicher Weise steigern die Ammoniaksalze den Vergährungsgrad der Biere, — namentlich ist es das quellsaure Ammoniak (s. §. 176), welches in dieser Hinsicht äußerst nachtheilig werden kann. Daß dabei also die Hefenmenge ebenfalls in größerer Menge auftritt, ist zweifellos. Möglich auch, daß ein Gemenge von quellsaurem Ammoniak und phosphorsauren Salzen die Hefenbildung in Zuckerwasser veranlassen kann, mit weinsaurem Ammoniak ist der Versuch nicht gelungen. Uebrigens soll diese Lücke noch durch weitere Versuche ausgefüllt und darüber im „Bierbrauer" Bericht erstattet werden.

§. 245.

Die platte Form der Hefenzelle bedingt eine Eigenthümlichkeit des hefentrüben untergährigen Bieres. Bevor nicht die letzten Spuren von Hefe zu Boden gegangen sind, bekommt das Bier bekanntlich keinen „Glanz" d. h. keine Krystallklarheit. Um sich zu vergewissern, ob die im Bier schwebende Trübung von Hefenzellen oder von andern Körpern (Glutin 2c.) herrührt, braucht man nur ein Glas mit soviel Bier zu füllen, daß der Höhestand dem Durchmesser gleich ist. Gegen das Licht gehalten, läßt das hefentrübe Bier die Umrisse eines in kurzem Abstand hinter dem Glase befindlichen Körpers (z. B. eines Fingers) nicht scharf erkennen; — von oben bei schräg durchfallendem Lichte aber gesehen, erscheinen die Umrisse des Körpers vollkommen deutlich. Die im Niedersinken begriffene

Hefenzelle stellt sich nämlich im Biere so, daß sie den geringsten Widerstand findet, d. h. sie stellt dem Biere den kleinsten Durchmesser entgegen, — deshalb stößt das Auge in der Richtung a b vorwiegend auf die **breite, scheibenförmige** Seite der Hefenzelle (wie x), in der Richtung c d aber **nur** auf die **schmale** Seite derselben (wie y).

Fig. 61.



Die Schimmelpilze

§. 246.

interessiren uns nur als unliebsame Gäste im Gähr- und Lagerkeller. Um sie wenigstens von den äußern Wandungen der Fässer fern zu halten, benutzt man die Eigenschaft des **Kreosot**, die Pflanzenzellen zu tödten. Es wird dadurch auch den Schimmelsporen der Garaus gemacht und somit der Fortwucherung des Schimmels Einhalt gethan.

Das Kreosot ist eine ölartige, stark nach Rauch riechende Flüssigkeit, — in Wasser löst es sich schwer und ertheilt ihm dabei die Eigenschaft, kein Pflanzengebilde aufkommen zu lassen. Dies Kreosotwasser (durch öfteres Schütteln von Kreosot mit reinem Wasser, wonach man das Kreosotwasser über dem am Boden liegenden überflüssigen Kreosot abgießt) wird zum Anstrich der neuen oder vom Schimmel gereinigten und gesäuberten Fässer benutzt.

Die Bedenken, welche man gegen dieses Mittel vorbringen könnte, entspringen theils dem Geruch, theils der Giftigkeit desselben, — sie sind aber nicht stichhaltig.

Die Erfahrung hat mich gelehrt, daß ein auf einem **gepichten** Fasse lagerndes Bier auch nicht den mindesten Rauchgeschmack annimmt, wenn die Außenwände des Fasses mit einer Kreosot-Auflösung angestrichen und wohlabgetrocknet sind. Bei **ungepichten** Fässern allerdings theilt sich der Rauchgeschmack dem Biere etwas mit, — das Bier erhält dann den Geschmack, als sei das Malz auf einer mit Holz geheizten Rauchdarre gedarrt. In der That verdankt solches Malz seinen Rauchgeschmack auch nur einem geringen Kreosotgehalt.

Was die Giftigkeit des Kreosot anlangt, so hat diese bei so geringen Mengen, wie solche hier zur Anwendung kommen, ihr Ende erreicht. Auch die geräucherten Würste und Schinken enthalten ja Kreosot in unschädlicher Menge.

Sechster Abschnitt.

Anleitung zu einigen speciellen chemischen Untersuchungen.

Malz.

§. 247.

Es handelt sich hier nicht um eine eigentliche Analyse des Malzes d. h. Bestimmung aller in demselben enthaltenen Verbindungen der Menge nach, — wir bedürfen vielmehr nur eines einfachen Verfahrens, welches uns über den Werth desselben sichern Aufschluß giebt. Die Frage stellt sich also: wie viel Substanz kann dem Malz entzogen und für die Würzebereitung nutzbar gemacht werden?

Balling beantwortet dieselbe auf dem direktesten Wege, indem er bestimmt, wieviel Procente Extrakt dasselbe zu liefern im Stande ist.

Von dem zu prüfenden Malze wird eine Quantität auf einer Kaffeemühle gemahlen. Von dem Pulver wägt man 100 Gramm ab, rührt es in 400 Gramm Wasser, die sich in einem beliebigen Gefäße befinden, und bestimmt dann das Gewicht des Gefäßes sammt Inhalt und Rührstab. Diese Maische wird nun unter stetem Umrühren ganz allmälig bis auf 75° erhitzt und dann bedeckt 1 Stunde stehen gelassen, wornach der Auflösungsprozeß beendigt ist.

Klärt sich die Flüssigkeit dabei gut, setzen sich die Treber schnell und vollkommen ab, so ist das ein Zeichen, daß das Malz gut gekeimt hat und sich auch gut einmaischen wird.

Um nun die Menge der aufgelösten nutzbaren Theile zu bestimmen, wird vorausgesetzt, daß ein Malz durchschnittlich 33 Procent trockne Treber hinterlasse, — unsere Probe von 100 Gramm enthält also 33 Gramm unlösliche Rückstände. Setzen wir nun noch ein gleiches Gewicht (33 Gramm) Wasser hinzu, so erhalten wir die löslichen Bestandtheile des Malzes in 500 Gramm Würze; — das Gefäß wird auf die Wage und das nöthige Wasser zugesetzt. Der wohldurchgerührte Inhalt desselben besteht nun aus

100 Gramm Malz { 33 Gramm Treber,
67 Gramm lösliche Bestandtheile, }
433 Gramm Wasser, } 500 Gramm Würze.

Jetzt kommt es darauf an, zu ermitteln, wieviel von diesen löslichen Bestandtheilen feste, nutzbare Masse sind. Deshalb wird eine Portion abfiltrirt und nach dem Erkalten (unter Berücksichtigung der Temperatur-Verhältnisse) mit dem Saccharometer geprüft.

Zeigt das Saccharometer einen Extraktgehalt von 12 Procent an, so sind in den 500 Gramm Würze 60 Gramm Extrakt enthalten, welche den verwendeten 100 Gramm Malz entstammen, — und das würde ein gutes Malz anzeigen. — Fänden wir nur 11 Procent am Saccharometer, so würde das Malz nur 55 Procent Extrakt enthalten und in gleichem Verhältniß weniger werth sein.

Diese Probe ist gewiß sehr zweckmäßig und namentlich für den praktischen Brauer einleuchtend. Nur ist die Voraussetzung der Trebermenge für die Schärfe des Resultats nachtheilig.

Zur Bestimmung dieser Trebermenge ist nun

§. 248.

die Methode des englischen Chemikers Ure sehr zu empfehlen. Man wägt 10 Gramm Malz ab, pulverisirt es in einer Reibschale und trocknet es eine halbe Stunde bei der Temperatur des siedenden Wassers (z. B. in dem Apparate S. 29), — der Gewichtsverlust zeigt die Feuchtigkeit im Malze. Dann wird kaltes Wasser über das Pulver gegossen und das Gemisch unter Umrühren allmälig erhitzt bis auf 75° und später bis nahe zum Kochen. Dann wird abfiltrirt, der Rückstand mit heißem Wasser gewaschen, getrocknet und gewogen, — das Gewicht wird als Treber in Rechnung gebracht. Die Summe der Feuchtigkeits- und Trebermengen subtrahirt vom Malzgewicht giebt das Gewicht des löslichen und für den Brauer nutzbaren Extraktes. — Als Ergebniß verschiedener Untersuchungen von gutem (englischem) Malz fand Ure durchschnittlich in 100 Gewichtstheilen:

Feuchtigkeit	6.5
Treber	26.7
Lösliches Extrakt	66.8
	100.0

§. 249.

W. Stein hat (in seiner Arbeit über die Zusammensetzung des Malzes s. §. 180 2c.) ebenfalls eine Methode zur Prüfung der „Güte eines Malzes" mitgetheilt, welche leichter als die vorigen auszuführen ist. Er geht dabei von der Grundlage aus, daß der Werth des Malzes hauptsächlich in der Menge der durch's Malzen löslich

gewordenen Eiweißstoffe beruht, weil diese das Stärkemehl in Glykose umwandeln. Es kommt also hierbei nicht die Extraktausbeute, nicht die Menge der Treber in Betracht, sondern lediglich die zuckerbildende Kraft desselben. Diese Methode sagt uns, ob wir bei Mitanwendung von ungemalztem Getreide auf die erwartete Wirkung des Malzes rechnen können oder nicht.

Stein wendet Alkohol als Lösungsmittel an, weil die Mengenverschiedenheit der im Alkohol löslichen Bestandtheile zwischen Gerste und Malz so bedeutend ist, daß sie als die wichtigste Veränderung erscheint, welche die Gerste beim Malzen erleidet.

Diese Probe wird in folgender Weise gemacht. Das Malz wird auf der Kaffeemühle zerkleinert und davon 10 Gramm abgewogen. Dieses Quantum wird in einem über der Spirituslampe befindlichen Glaskölbchen (am besten im Salleron'schen Apparat, S. 34) mit Alkohol übergossen und kurze Zeit gekocht. Die Auflösung wird siedendheiß filtrirt und der Malzrückstand mit neuen Alkoholportionen ausgekocht, bis ein Tropfen der Auflösung auf einem blanken silbernen Löffel beim Verdunsten keinen Rückstand mehr liefert. Die filtrirte, aber beim Erkalten wieder trüb' werdende alkoholische Auflösung wird nun auf einem vorher gewogenen Uhrglase bei gelinder Wärme so weit eingedampft, bis sich das Gewicht des Rückstandes bei fernerm Austrocknen nicht mehr vermindert.

Ein gutes Malz muß dabei mindestens 0.4 Gramm (also 4 Proc.) Rückstand geben.

Getreide.

§. 250.

Um über die Frage entscheiden zu können, ob irgend ein Getreide beim Einmaischen mit Vortheil zugesetzt werden könne, muß man die Ausgiebigkeit desselben kennen und mit dem Marktpreise vergleichen, so daß man erfährt, wieviel ein Pfund Extrakt kostet.

Die Methode der zu diesem Zweck vorausgehenden chemischen Untersuchung muß dem im Brauhause befolgten Brauverfahren nachgebildet sein. Hält man an reiner Infusion fest, so wird die Rohfrucht nicht gekocht; befolgt man aber ein Dekoktionsverfahren, so muß man die Rohfrucht vorher kochen. Da das Kochen der Rohfrucht aber zur vollständigen Ausnutzung derselben überhaupt nöthig ist, so beschreibe ich nur eine dahin abzweckende Getreide-Prüfung.

Das Getreide wird auf der (eng gestellten) Kaffeemühle sehr fein gemahlen. Man wiegt davon 100 Gramm ab, setzt etwa 400 Gramm Wasser hinzu und erhitzt die Masse bis zum Kochen. Gleichzeitig waren in einem andern Gefäß 100 Gramm Malz, dessen Gehalt an Extrakt man vorher genau festgestellt hatte, mit etwa 300 Gramm kaltem Wasser eingeteigt. Diesem Malz wird nun das gekochte Getreide allmälig beigefügt und dann noch soviel Wasser zugesetzt, daß die Gesammtmasse etwa 1 Liter Raum einnimmt. Die Maische wird behutsam auf eine Temperatur von 70—75° gebracht und (vor Erkalten geschützt) eine Stunde lang der Ruhe überlassen, wonach man die Filtration durch Leinwand bewerkstelligt, den verbleibenden Rückstand auspreßt, das Leinen dann beutelartig zusammenbindet und unter wiederholt erneuertem heißen Wasser so lange ausknetet, bis die darin steckende Würze entfernt ist, — abermals ausgepreßt und getrocknet, erhält man die Treber, deren Gewicht bestimmt wird.

Angenommen, das Gewicht der Treber betrage 41 Gramm, wovon 25 Gramm auf das Malz entfallen, so bleiben für die Rohfrucht 16 Gramm. Diese subtrahirt von der untersuchten Menge (100 Gramm), bleiben 84 Gramm für Extrakt und Feuchtigkeit. Hat man nun inzwischen den Feuchtigkeitsgehalt der Rohfrucht durch einen Trocknungsversuch bestimmt und z. B. für Weizen zu 14% gefunden, so bestehen die übrigen 100 Gramm aus

16	Treber,
70	Extrakt,
14	Feuchtigkeit,
100	

d. h. dieser Weizen liefert 70 Proc. Extrakt.

Hopfen.

§. 251.

Der Brauer wird freilich wol selten in die Lage kommen, einen Hopfen auf chemischem Wege über seinen Gehalt an dem einen oder andern Bestandtheile zu befragen. Dennoch könnte der eine oder andere Leser sich vielleicht einmal durch das Experiment Aufklärung über die Natur des Hopfens verschaffen wollen, was sogar wegen der noch lückenhaften Kenntniß desselben wünschenswerth wäre. Deshalb setze ich die Bestimmungsmethode der beiden wesentlichsten Bestandtheile, des Hopfenharzes und der Gerbsäure, hierher.

1) Hopfenharz-Bestimmung. Ein bestimmtes Gewicht Hopfen wird mit einem etwa 20procentigen Zuckerwasser gekocht und heiß abfiltrirt, — der Rückstand wird abermals auf diese Weise mit Zuckerwasser behandelt, und so fort, bis ein Tropfen der Flüssigkeit keinen bittern Nachgeschmack im Munde hinterläßt. Diese Zuckerauflösungen haben das Hopfenharz und die Gerbsäure in sich aufgenommen. Wir müssen zuerst die Gerbsäure beseitigen, was dadurch geschieht, daß wir einige im Wasser aufgequellte Streifen Gelatine (Thierleim) in die erkaltete Flüssigkeit legen und damit 24 Stunden in Berührung lassen.

Nun soll das Hopfenharz aus dem Zuckerwasser fortgenommen werden. Dazu verhilft uns der Schwefelkohlenstoff*), — eine sehr flüchtige, höchst brennbare Flüssigkeit, die das Harz auflöst, aber sich nicht mit Wasser mischt, sondern sich darunter abschichtet. Das Zuckerwasser wird von der Gelatine, welche die Gerbsäure an sich gezogen hat, abgegossen, — ist's trübe, so muß es nochmals filtrirt werden. Nun setzt man ein wenig Schwefelkohlenstoff zu, verschließt die Flasche und schüttelt sie oft und lebhaft durch einander. Dann läßt man den Schwefelkohlenstoff zu Boden gehen, gießt die größte Menge des Zuckerwassers ab und wäscht noch einigemal mit reinem Wasser aus. Die Hopfenharz-Auflösung wird nun auf ein gewogenes Uhrglas gebracht, wo der Schwefelkohlenstoff leicht abdunstet, — die letzten Reste desselben werden erst durch gelindes Erwärmen entfernt, worauf man das Gewicht des Rückstandes bestimmt. Auf Genauigkeit kann diese Methode übrigens keinen Anspruch machen, weil sich nicht aller Schwefelkohlenstoff wieder an den Boden begiebt, — ein Theil bleibt im Zuckerwasser gelöst und hält auch Hopfenharz. Arbeitet man indessen immer mit gleichen Mengen Zuckerwasser, so sind die Harzmengen zum Vergleich genau genug.

§. 252.

2) Gerbsäure. Zu deren Ermittelung bedient man sich der Titrirmethode, s. S. 38.

Die titrirte Flüssigkeit bereitet man durch Auflösen von 4 Theilen Leim (Gelatine) und 1 Theil Alaun in 128 Theilen Wasser, 32.8 Kubik-Centimeter dieser Auflösung scheiden 1 Gramm Hopfen-Gerbsäure aus ihrer Auflösung aus.

---

*) Eine flüssige, höchst flüchtige Verbindung des Schwefels mit Kohlenstoff.

Die Anwendung ist folgende. Der Hopfen wird mehrmals mit Wasser ausgekocht und mit etwas Eisenoxyd=Auflösung versetzt, so daß eine grüne Färbung eintritt (s. §. 175). Die Bürette (s. S. 40) wird mit der Probeflüssigkeit gefüllt und nun tropfenweise soviel zu dem Hopfenabsud gebracht (unter fortwährendem Schütteln), bis die grüne Farbe der Flüssigkeit beim Absetzen des Niederschlags verschwunden ist, als Anzeichen, daß alle Gerbsäure nunmehr aus der Flüssigkeit entfernt ist. Dann liest man die Grade an der Bürette ab, ermittelt die Menge der verbrauchten Probeflüssigkeit und berechnet darnach den Gerbsäuregehalt. Z. B. der Absud von 10 Gramm Hopfen erfordere 13 Kub.=Cent. der Probeflüssigkeit. Da 32.8 Kub.=Cent. der Probeflüssigkeit 1 Gramm Gerbsäure entsprechen, so sind diese 13 Kub.=Cent. = 0.396 Gramm Gerbsäure in 10 Gramm Hopfen. Der Hopfen enthält also 3.96 Procent Gerbsäure.

Auf diese Weise fand R. Wagner im Jahre 1859 den Gerbsäure=Gehalt im Hopfen

von Spalt, Ernte 1857	zu 3.17
= Saaz, Ernte 1858	= 5.8
= Hersbruck, Ernte 1856	= 4.1
= ? 10jähriger	= 3.5
= Belgien (Alost), mehrere Jahre alt .	= 4.5
= Spalt (Landhopfen), Ernte 1858 .	= 3.9
= Langenzenn, Ernte 1856	= 4.7
= England (Kent), Ernte 1858	= 3.2

Wagner bemerkt dazu: „Vorstehende Zahlen machen keine großen Ansprüche auf Genauigkeit, sie sind jedenfalls etwas zu hoch, da Leimlösung aus der Hopfenabkochung außer der Gerbsäure auch noch andere Körper fällt; doch werden sie im Stande sein zu zeigen, daß das Alter auf den Gerbsäuregehalt von geringerem Einfluß ist, als man bis jetzt glaubte."

Rautert sagt (s. Bierbr. 1859 S. 55) bezüglich des Gerbsäuregehaltes im Hopfen, daß er zwischen 1.8 und 4 Procent schwankt. Das wäre allerdings ein größerer Spielraum als bei den Versuchen Wagner's.

§. 253.

Die Beantwortung der Frage: „ob ein Hopfen geschwefelt sei oder nicht?" kann unter Umständen von Interesse sein. Da aber die dazu verwendete schweflige Säure nach längerer Zeit in Schwefelsäure übergeht und der Hopfen stets schwefelsaure Salze

enthält, so kann eine zur Lösung dieser Frage angestellte Probe nur so lange Werth haben, als die schweflige Säure noch nicht ganz aus dem Hopfen entschwunden ist*). Und dann bedient man sich am besten der von R. Wagner empfohlenen Hopfenprobe, die auf folgendem chemischen Prozesse beruht.

Wenn Wasserstoffgas (s. §. 44) im Augenblick des Entstehens mit schwefliger Säure in Berührung kommt, so entsteht Schwefelwasserstoffgas (s. §. 80). Kommt nun Schwefelwasserstoffgas mit einer Auflösung von Nitroprussidnatrium**), der man etwas Kali zugesetzt hat, in Berührung, so wird solche violet gefärbt. Ist dem Wasserstoffgas auch nur die geringste Menge Schwefelwasserstoff beigemengt, so verursacht schon die erste Gasblase in der Flüssigkeit ein violettes Wölkchen, — nach kurzer Zeit aber hat die ganze Flüssigkeit eine prächtige, tiefpurpurviolette Färbung angenommen.

Um die Probe zu machen, sucht man sich eine Handvoll Hopfenzapfen aus, die ganz besonders im Verdacht der Schwefelung stehen (Schuppen und Stiel sind dann ziemlich gleich gefärbt), rührt sie mit reinem Wasser an und drückt sie nach kurzer Zeit aus. Das Wasser nimmt die schweflige Säure auf. Dieses Hopfenwasser bringt man in das Fläschchen a (§. 44), wirft Zink hinein, setzt Salzsäure hinzu, drückt den Kork darauf und läßt das Gas in die Lösung von Nitroprussidnatrium, die sich im Glase c befindet und der man etwas Kalilösung zugesetzt hat, eintreten.

Es versteht sich von selbst, daß weder das Zink noch die Salzsäure schweflige Beimengungen enthalten dürfen, welche zur Entwickelung von Schwefelwasserstoff Veranlassung geben könnten und das Resultat in Frage stellen würden. Man muß sich also die Ueberzeugung von ihrer Reinheit verschaffen, indem man sie zu der eben erwähnten Probe verwendet, aber anstatt Hopfenwasser reines Wasser in die Flasche a bringt. Es darf dabei keine Veränderung der Probeflüssigkeit in c eintreten.

*) In absichtlich geschwefeltem Hopfen konnte Wagner nach einigen Monaten keine schweflige Säure mehr nachweisen.

**) Ein Salz in rubinrothen Krystallen. Es ist am Lichte sehr zersetzbar, man bewahrt es deshalb (ebenso wie seine Lösung) am besten in schwarzen Gläsern auf. Jedenfalls muß man die Lösung sorgfältig vor dem Sonnenlicht schützen.

Bier.

§. 254.

Die Untersuchung eines fremden Bieres kann für den Brauer nur Interesse haben, um sich ein Urtheil über den reellen Werth desselben zu bilden. Untersuchungen auf Beimengung schädlicher narkotischer Stoffe, die zu Zeiten zur Anwendung gekommen sind, gehören nicht hierher, sondern in das Bereich der medicinischen Polizei.

Der Brauer kann bei einem ihm vorliegenden Biere aus einer andern Brauerei nur folgende Fragen stellen:

1) Welchen Gehalt hatte die Würze, aus der dieses Bier hervorgegangen ist?

2) Rührt der bittere Geschmack desselben vielleicht von Pikrinsäure*) her?

Alle übrigen Fragen — nach Weidenrinde ꝛc. — sind nutzlos, weil deren Ermittlung mehr chemische Kenntnisse und Umsicht erheischt, als wir hier voraussetzen dürfen.

§. 255.

Die Beantwortung der ersten dieser Fragen hat man auf verschiedenen Wegen zu erreichen gesucht, von denen hier nur die wichtigsten und brauchbarsten mitgetheilt werden können.

Wird ein Bier der Destillation unterworfen, so erhält man in der aus der Verdichtung der Dämpfe hervorgegangenen Flüssigkeit den Alkoholgehalt des Bieres, — im Rückstand bleibt die Menge des noch unvergohrenen oder unvergährbaren Extraktes. Wenn man nun weiß, wieviel Alkohol aus 100 Glykose hervorgehen, so — sollte man denken — müßte man den Gehalt der verwendeten Würze erhalten durch Addition der Gewichte der dem Alkoholgehalt entsprechenden Glykose, der bei der Gährung entwichenen Kohlensäure und des im Rückstande (nach der Destillation) verbliebenen Extraktes. Allein so einfach liegt die Sache nicht, weil auch ein Theil des Extraktes verwendet wurde zur Erzeugung neuer Hefe; weil ferner die bei der Gährung entweichende Kohlensäure eine Quantität Wasser mit fortnimmt, so daß die Biere also verhältnißmäßig ärmer an Wasser sind als die Würzen, — und weil auch der größte Theil

*) Pikrinsäure ist eine gelbe Substanz von höchst bitterm Geschmack, die man in Frankreich öfters als Hopfensurrogat empfohlen hat. Giftig ist sie zwar nicht, allein das damit versetzte Bier soll Kopfschmerzen verursachen.

des in der Würze aufgelösten Hopfenharzes bei der Gährung ausgeschieden wird.

Allen diesen Verhältnissen muß man Rechnung tragen, um ein genaues Resultat zu erhalten.

§. 256.

Der geradeste Weg zu einer Bieruntersuchung bleibt immer Destillation des Bieres, um den Alkohol zu erhalten und der Menge nach zu bestimmen, — und Eindampfen des Rückstandes bis zur vollkommenen Trockenheit.

Die erste Hälfte dieser Aufgabe ist leicht zu erfüllen vermittelst des Apparats von Salleron (s. S. 34). Will man bei der Destillation keine Rücksicht auf den Rückstand nehmen, so kann man das lästige Aufschäumen des Bieres leicht beseitigen durch Zusatz von etwas Gerbsäure oder Galläpfelpulver. Das Aufschäumen ist Folge der gebräunten Eiweißstoffe, — und die werden durch Gerbsäure ausgeschieden.

Viel schwieriger ist die Bestimmung des Extraktes, weil es die letzten Portionen Wasser hartnäckig zurück hält. Will man den Extrakt durch Abdampfen bestimmen, so muß man mit kleinen Mengen arbeiten und bedarf deshalb einer sehr genauen Wage. Als Abdampfgefäß bedient man sich am besten einer flachen Schale von Platin. Etwa 5 Gramm Bier werden darin bei gelinder Wärme eingetrocknet, den zäheflüssigen Rückstand läßt man ringsum an den Wänden sich vertheilen, so daß er einen dünnen Ueberzug bildet, der leicht austrocknet, — die Schale muß in dem Apparat S. 29 über Schwefelsäure erkalten, ehe man zum Wägen schreitet.

Sehr zweckmäßig ist es, dem syrupartigen Rückstande (nach Mohr's Vorgange) eine gewogene Menge grobkörnigen Sandes zuzusetzen und mit einem gewogenen Spatel umzurühren, wobei die letzten Portionen Feuchtigkeit leicht entweichen.

Einfacher aber ist die Ermittelung des Extraktes aus dem specifischen Gewichte der Auflösung. Zu dem Ende muß man wissen, wie sich die Gehalte der Extraktlösungen zu ihren specifischen Gewichten verhalten. Balling hat darüber Ermittelungen angestellt, aus denen hervorgeht, daß die Lösungen von Zucker, von Malzextrakt und von Bierextrakt bei gleichem specifischen Gewichte auch gleichen Gehalt besitzen. Die Seite 26 mitgetheilte Tabelle ist also auch hier gültig, wo man aus dem specifischen Gewichte den Extrakt-

gehalt ermitteln will! — oder man bedient sich des Saccharometers (s. S. 25), welches den Gehalt direkt anzeigt.

Das Bier muß zu diesem Zwecke von dem Alkoholgehalte befreit werden, indem man es auf etwa $^1/_3$ einkocht und wieder mit Wasser verdünnt, bis es den frühern Raum ausfüllt. Dann wird das Saccharometer eingesenkt.

Mit diesen beiden Bestimmungen nun ist man im Stande, die Frage nach der Concentration der Würze, welcher das Bier entstammt, zu lösen, wenn man die Menge der bei der Gährung in Form von Hefe ausgeschiedenen Extrakt-Bestandtheile und eine angemessene Wasserquantität als Gährungsverlust hinzurechnet.

Genaue Versuche Balling's ergaben, daß für je 100 Gewichtstheile zersetzter Glykose 5.619 Hefe gebildet werden.

Ferner steht erfahrungsmäßig fest, daß diese Summe noch mit der Zahl 0.964 zu multipliciren ist, um ein der Wahrheit möglichst nahe kommendes Resultat zu erhalten.

Z. B. ein Bier habe ergeben 3.5 Gewichtsprocente Alkohol und 5 Procente Extrakt. Welche Concentration hatte die Würze? —

3.5 Alkohol erforderten (s. §. 189) 6.848 Glykose, bei deren Zersetzung 0.385 Extraktbestandtheile als Hefe abgeschieden wurden. Die Zusammensetzung wäre also gewesen

6.848	Proc.	Glykose,
5.000	„	Extrakt,
0.385	„	Hefenstoffe,
12.233		

Diese Zahl multiplicirt mit 0.964 ergiebt 11.79 Procent als den Gehalt der Stammwürze.

§. 257.

In England — wo für die exportirten Ale's den Brauern ein Rückzoll vergütet und nach der Concentration der Würze bemessen wird — hat die Regierung durch eine Kommission der drei ausgezeichneten Chemiker Graham, Hofmann und Redwood eine Untersuchungsmethode für diesen Zweck ausfindig machen lassen, die hier folgt.

Ein mit einer Marke versehener Cylinder — von solcher Größe, daß man das zur Bestimmung des specifischen Gewichts dienende Aräometer oder Volumeter hineinsenken kann — wird bis zur Marke mit dem zu prüfenden Bier gefüllt. Das Bier wird in einen Kolben gegossen, der Cylinder mit etwas Wasser ausgespült und das Spül-

wasser ebenfalls zugesetzt. Dann wird der Kolben mit dem Salleron'schen Kühlapparat vereinigt und die Hälfte der Flüssigkeit wird abdestillirt, wobei die verdichtete Flüssigkeit sich in den Meßcylinder ergießt. Nach Beendigung der Destillation wird der Cylinder bis zur Marke mit Wasser gefüllt, gut umgeschüttelt und dann das specifische Gewicht der Flüssigkeit bestimmt.

Dann wird der Rückstand aus dem Kolben ebenfalls in den Meßcylinder gebracht, bis zur Marke mit Wasser verdünnt und das specifische Gewicht bestimmt.

Vermittelst dieser beiden Zahlen und der nachstehenden Tabelle wird nun in folgender Weise gerechnet.

Spiritus-Anzeige.	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
0	0.0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7
1	3.0	3.3	3.7	4.1	4.4	4.8	5.1	5.5	5.9	6.2
2	6.6	7.0	7.4	7.8	8.2	8.6	9.0	9.4	9.8	10.2
3	10.7	11.1	11.5	12.0	12.4	12.9	13.3	13.8	14.2	14.7
4	15.1	15.5	16.0	16.4	16.8	17.3	17.7	18.2	18.6	19.1
5	19.5	19.9	20.4	20.9	21.3	21.8	22.2	22.7	23.1	23.6
6	24.1	24.6	25.0	25.5	26.0	26.4	26.9	27.4	27.8	28.3
7	28.8	29.2	29.7	30.2	30.7	31.2	31.7	32.2	32.7	33.2
8	33.7	34.3	34.8	35.4	35.9	36.5	37.0	37.5	38.0	38.6
9	39.1	39.7	40.2	40.7	41.2	41.7	42.2	42.7	43.2	43.7
10	44.2	44.7	45.1	45.6	46.0	46.5	47.0	47.5	48.0	48.5
11	49.0	49.6	50.1	50.6	51.2	51.7	52.2	52.7	53.3	53.8
12	54.3	54.9	55.4	55.9	56.4	56.9	57.4	57.9	58.4	58.9
13	59.4	60.0	60.5	61.1	61.6	62.2	62.7	63.3	63.8	64.3
14	64.8	65.4	65.9	66.5	67.1	67.6	68.2	68.7	69.3	69.9
15	70.5									

Wir müssen, um mit der Tabelle in Uebereinstimmung zu kommen, das specifische Gewicht des Wassers zu 1000 (anstatt 1.000) annehmen.

Es wird nun das specifische Gewicht der abdestillirten Flüssigkeit subtrahirt vom specifischen Gewicht des Wassers, — der Rest ist die in der Tabelle unter der Ueberschrift „Spiritus-Anzeige" enthaltene Zahlenreihe von 0 bis 15. Ist z. B. das specifische Gewicht des Destillats 988, so ist 1000 — 988 oder 12 die Spiritus-Anzeige. In der Spalte unter 0 befindet sich rechts neben der Spiritus-Anzeige 12 die Zahl 54.3. Diese Zahl sagt uns, daß zur Produktion

des ermittelten Alkohols eine Würze von 1000 + 54.3 oder 1054.3 specifischen Gewichts erforderlich sei.

Nun haben wir das specifische Gewicht der den Extrakt führenden Flüssigkeit z. B. zu 1020 gefunden, so werden diese 20 (d. h. der Ueberschuß über das specifische Gewicht des Wassers) dem obigen specifischen Gewicht 1054.3 zugezählt, wodurch also die Zahl 1054.3 + 20 = 1074.3 als specifisches Gewicht der Stammwürze zum Vorschein kommt.

Ist die Spiritus-Anzeige keine ganze Zahl, so wird nicht der Werth in der Spalte 0 genommen, sondern in jener, welche dem Decimalbruch entspricht. Z. B. die Differenz sei 12.4, so fahren wir von der Spiritusanzeige 12 mit dem Finger nach rechts fort, bis wir in der Spalte unter 4 die zugehörige Zahl 56.4 erreichen.

§. 258.

Einen äußerst sinnreichen Weg zur Lösung der vorliegenden Frage hat uns Balling gezeigt, — es ist seine saccharometrische Bierprobe.

Es wird zuerst die Saccharometer-Anzeige des Bieres ermittelt, welche uns an und für sich über das Bier keinerlei Aufschluß geben kann. Denn diese Anzeige ist bedingt durch den Extraktgehalt des Bieres, welcher es schwerer macht als Wasser, und durch die Gegenwart der Alkoholverbindung (des „reinen Weins"), welche das Bier leichter macht als Wasser. Es kann — namentlich bei Kartoffel- oder Zuckerbieren — der Fall vorkommen, daß die Saccharometer-Anzeige = 0 ist, — ja, das Instrument kann noch tiefer einsinken, wodurch wir negative Grade erhalten.

Kocht man nun das Bier, bis aller Alkohol verjagt ist, und verdünnt dann mit Wasser bis auf's frühere Gewicht, so zeigt uns nunmehr das Saccharometer die Procente von unzersetztem Malzextrakt richtig an.

Subtrahiren wir von der Saccharometer-Anzeige des gekochten Bieres die Saccharometer-Anzeige des ungekochten Bieres, so erhalten wir den Unterschied, welcher durch die Gegenwart der Alkoholverbindung hervorgerufen war und zu der Menge derselben **in geradem Verhältniß** steht. Deshalb muß es auch eine Zahl geben und durch Versuche sich auffinden lassen, welche, mit diesem Unterschiede multiplicirt oder in denselben dividirt, unmittelbar die gesuchte Glykosemenge ergiebt, aus welcher jene Alkoholverbindung hervorgegangen war. Balling hat diese Zahl durch eine große

Reihe von Versuchen erforscht und sie „Attenuations-Quotient" genannt. Diese Zahl ist aber — ebenso wie der Alkoholfaktor §. 193 — veränderlich und richtet sich nach der Concentration der Würze. Nun ist uns aber diese Concentration unbekannt und es erübrigt uns deshalb nichts, als uns durch eine Durchschnittszahl erst über die Concentration der Würze annähernd aufzuklären, dann den zugehörigen Attenuationsquotienten zu suchen und mit dessen Hülfe die wahre Concentration zu berechnen. Wir nehmen deshalb zu der ersten vorbereitenden Rechnung die einer Würze von 12 Procent entsprechende Zahl 0.232, mit welcher der Unterschied der Saccharometergrade vor und nach dem Kochen dividirt wird. Z. B. das ungekochte Bier zeige 4.7, das gekochte Bier aber 5.9 Saccharometergrade, — der Unterschied beträgt 1.2, — diese Zahl dividirt durch 0.232 ergiebt 5.17 Glykose, die durch die Gährung zersetzt war. Rechnen wir hinzu den Extrakt des gekochten Bieres = 5.9, so erscheint die Concentration der Würze = 11.07.

§. 259.

Die nachfolgende Tabelle zeigt uns nun den wahren Divisor für die verschiedenen Würzeconcentrationen.

Wenn die Würze einen Gehalt hat vom Saccharometer-Procenten	so muß dividirt werden durch die Zahl	Wenn die Würze einen Gehalt hat von Saccharometer-Procenten	so muß dividirt werden durch die Zahl
6	0.226	16	0.236
7	0.227	17	0.237
8	0.228	18	0.238
9	0.229	19	0.239
10	0.230	20	0.240
11	0.231	21	0.241
12	0.232	22	0.242
13	0.233	23	0.243
14	0.234	24	0.244
15	0.235	25	0.245

Im oben erwähnten Beispiel mußten wir also nicht mit 0.232, sondern mit 0.231 dividiren, — wodurch sich das Resultat auf 11.09 (anstatt 11.07) feststellt. Der Unterschied ist so gering, daß man ihn für gewöhnliche Fälle vernachlässigen kann; nur bei sehr schwachen und sehr starken Bieren tritt er bedeutsamer auf.

§. 260.

Der Apparat zur Durchführung dieser Probe besteht aus:

1) einer Wage, welche bei 500 Gramm Belastung noch auf 1 Gramm deutlich ausschlägt, —

2) einem Kesselchen von dünnem Messingblech, welches reichlich 500 Gramm Bier faßt; es wird auf irgend einem Träger aufgestellt und durch

3) eine Spirituslampe erhitzt, —

4) einem Gewichtstück, welches dem zu $^2/_3$ gefüllten Kesselchen Nr. 2 das Gleichgewicht hält, —

5) Saccharometer nebst Cylinder.

Mit diesem Handwerkszeug wird nun folgendermaßen gearbeitet. Das Bier wird durch Schütteln von der Kohlensäure befreit und die Saccharometerprocente werden ermittelt, wobei man dem Einfluß der Temperatur-Unterschiede gehörig Rechnung trägt, wie im folgenden Paragraph gezeigt wird. Dann wird das Kesselchen zu etwa ⅔ mit diesem geschüttelten Biere gefüllt, auf die Wage gebracht und mit dem aufgelegten Gewichtstück genau ins Gleichgewicht gesetzt. Durch allmäliges Erwärmen über der Spirituslampe läßt man erst den anfänglichen dicken Schaum zur Ruhe kommen und kocht dann das Bier bis auf etwa $^1/_3$ ein. Durch Einstellen des Kesselchens in kaltes Wasser kühlt man das eingekochte Bier ab, trocknet die Außenseite des Kesselchens sorgfältig ab, stellt's wieder auf die Wage und bringt's durch Wasserzusatz genau ins Gleichgewicht mit unserem einzigen Gewichtstück; — sollte dabei einmal zu viel Wasser zugesetzt sein, so kann der Ueberschuß durch Erwärmen verjagt werden, bis das Gewicht genau paßt.

Nun greift man wieder zum Saccharometer und bestimmt die Procente von unzersetztem Malzextrakte; daraus ergiebt sich der Unterschied und die Rechnung beginnt wie oben gezeigt.

§. 261.

Die Angaben des Saccharometers sind nur bei der Temperatur richtig, bei welcher sie konstruirt sind, — gewöhnlich $17^1/_2{}^0$ (= 14^0 R). Bei der Anwendung des Saccharometers ist es deshalb nöthig, daß die zu prüfende Flüssigkeit genau diese Normaltemperatur besitzt, wenn man genaue Resultate erringen will. Ist die Flüssigkeit kälter, so erwärmt man sie, — ist sie wärmer, so kühlt man sie ab.

Ist ein gewöhnliches Thermometer im Saccharometer eingeschlossen, oder enthält das Saccharometer gar keinen solchen Einschluß und man prüft die Temperatur der Würze durch Einsenken eines Thermometers, so sind die hinzu oder ab zu rechnenden Größen aus der untenstehenden Tabelle ersichtlich. Bemerkenswerth ist dabei, daß diese Größen verschieden sind bei frischem Bier und bei gekochtem, weshalb denn auch die unten erwähnte Korrektion wenigstens bei saccharometrischen Bieruntersuchungen unanwendbar ist.

Bei einer Temperatur von Grad C.	und bei Würzen oder gekochtem Bier wird		bei ungekochtem Bier hingegen wird	
	abgerechnet	zugerechnet	abgerechnet	zugerechnet
	Procente	Procente	Procente	Procente
5	0.4		0.3	
6	0.4		0.3	
7	0.4		0.3	
8	0.3		0.3	
9	0.3		0.2	
10	0.3		0.2	
11	0.2		0.2	
12	0.2		0.2	
13	0.2		0.1	
14	0.2		0.1	
15	0.1		0.1	
16	0.1		0.0	
17 (Normaltemperatur)	0.0		0.0	
17.5		0.0		0.0
18		0.0		0.0
19		0.1		0.0
20		0.1		0.1
21		0.2		0.1
22		0.2		0.1
23		0.3		0.2
24		0.3		0.2
25		0.4		0.3

Sind die Temperatur-Unterschiede nicht sehr groß und macht man nur auf eine annähernde Genauigkeit Anspruch, so kommt man auch durch die gewöhnliche Korrektion der bei andern Temperaturen gefundenen Saccharometer-Anzeige zum Ziele.

Zu dem Ende befindet sich gewöhnlich ein Thermometer im Saccharometer eingeschlossen, dessen Nullpunkt anzeigt, daß keine Korrektion zu machen ist. Diese Art Thermometer ist dadurch kenntlich, daß ihnen die Bemerkung beigefügt ist: Jeder Grad unter oder über 0 entspricht $^1/_{10}$ Saccharometergrad und es wird jeder Grad über 0 von der Saccharometer-Anzeige abgezogen und jeder Grad unter 0 zugezählt. Z. B. das Saccharometer zeige 12.4°, das Thermometer stehe auf 0, so ist die Anzeige von 12.4 % richtig; zeigt aber das Thermometer 3° über 0, so ist der richtige Gehalt 12.4 weniger 3 Zehntel = 12.1 %; — steht das Thermometer 1° unter 0, so muß 1 Zehntel hinzuaddirt werden, so daß die korrigirte Saccharometer-Anzeige = 12.5 ist.

§. 262.

Große Verbreitung fand die hallymetrische Bierprobe von Fuchs, obwol die Resultate derselben nicht auf Genauigkeit Anspruch machen. Sie gründet sich darauf, daß bei gewöhnlicher Lufttemperatur 100 Gewichtstheile Wasser genau 36 Gewichtstheile Kochsalz auflösen, um eine gesättigte Lösung zu liefern, — 1 Theil Kochsalz bedarf also 2.778 Theile Wasser. Wenn nun die in einer Flüssigkeit zur Auflösung gelangte Menge Kochsalz bestimmt wird, so weiß man dadurch auch, wieviel Wasser dieselbe enthielt, indem man die Kochsalzmenge mit der Zahl 2.778 multiplicirt. War in der Flüssigkeit z. B. nichts als Malzextrakt enthalten, so findet man dessen Menge durch Subtraktion der gefundenen Wassermenge von dem Gewicht der Flüssigkeit.

Nun ändert aber der Alkoholgehalt des Bieres dieses Resultat, indem dadurch weniger Kochsalz in Auflösung gelangt. Man findet also — so sollte man meinen — durch die Anwendung dieser Probe auf Bier einen Wassergehalt, der, vom Gewicht des Bieres subtrahirt, die Summe von Extrakt und Alkohol ergiebt. Dem ist aber nicht so, — man würde dadurch den Alkoholgehalt viel zu groß finden, weil die Verbindung „reiner Wein" eine Portion Wasser zu ihrer Existenz nöthig hat und diese an der Vereinigung mit dem Kochsalz hindert. Diese Wassermenge aber ist keine konstante Größe, — sie ist etwas geringer in stärkern und etwas größer in schwächern Bieren. Die nachstehende von Schafhäutel berechnete Tabelle besagt, welcher Alkoholgehalt dem hallymetrisch gefundenen „Weingeistgehalt" entspricht.

Weingeist	Alkohol	Weingeist	Alkohol	Weingeist	Alkohol	Weingeist	Alkohol
30	13.21	61	34.00	91	50.04	121	65.52
31	14.04	62	34.61	92	50.56	122	66.03
32	14.87	63	35.21	93	51.07	123	66.55
33	15.70	64	35.82	94	51.60	124	67.06
34	16.53	65	36.43	95	52.11	125	67.58
35	17.36	66	37.04	96	52.63	126	68.09
36	18.21	67	37.58	97	53.15	127	68.61
37	19.07	68	38.10	98	53.76	128	69.12
38	20.90	69	38.62	99	54.19	129	69.64
39	21.50	70	39.11	100	54.70	130	70.15
40	22.05	71	39.66	101	55.22	131	70.67
41	22.61	72	40.17	102	55.73	132	71.18
42	23.17	73	40.69	103	56.25	133	71.70
43	23.72	74	41.21	104	56.79	134	72.21
44	24.28	75	41.73	105	57.28	135	72.73
45	24.83	76	42.25	106	57.79	136	73.24
46	25.39	77	42.77	107	58.31	137	73.76
47	25.95	78	43.29	108	58.82	138	74.27
48	26.50	79	43.81	109	59.34	139	74.79
49	27.06	80	44.33	110	59.85	140	75.30
50	27.61	81	44.85	111	60.37	141	75.82
51	28.17	82	45.73	112	60.88	142	76.32
52	28.73	83	45.88	113	61.40	143	76.83
53	29.28	84	46.40	114	61.91	144	77.33
54	29.84	85	46.92	115	62.43	145	77.83
55	30.40	86	47.44	116	62.94	146	78.34
56	30.95	87	47.96	117	63.46	147	78.84
57	31.56	88	48.48	118	63.97	148	79.35
58	32.17	89	49.00	119	64.49	149	79.85
59	32.78	90	49.52	120	65.00	150	80.36
60	33.39						

Bei der Auflösung des Kochsalzes entweicht auch der gesammte Kohlensäure-Gehalt des Bieres und man kann solchen durch den Gewichtsverlust bestimmen.

§. 263.

Wir wollen die erforderliche Berechnung an einem Beispiel versuchen.

1000 Gewichtstheile Bier verlieren bei der Auflösung des Kochsalzes 1.6 Gewichtstheil, welcher den Kohlensäure-Gehalt anzeigt.

1000 Gewichtstheile Bier lösen 319 Gewichtstheile Kochsalz.

Das Bier enthält also 319 × 2.778 = 886.182 Gewichtstheile freies Wasser und 1000 — 886.182 = 113.818 Gewichtstheile Extrakt und Weingeist.

In einem andern Versuche werden 1000 Gewichtstheile Bier bis auf etwa die Hälfte eingekocht, wodurch der Alkohol verjagt wird. Man wägt den Rückstand, — sein Gewicht sei = 410 Gewichtstheile. Nach dem Zusatz von Kochsalz ergiebt sich, daß 129 Gewichtstheile Kochsalz aufgelöst sind. Die 410 Gewichtstheile Extraktlösung enthalten also 129 × 2.778 = 368.362 Gewichtstheile Wasser, — mithin 410 — 368.362 = 41.368 Gewichtstheile Extrakt.

Die Zusammensetzung des Bieres ergiebt sich jetzt vorläufig als:

	1.600	Gewichtstheile	Kohlensäure,
	41.368	"	Extrakt,
113.818 — 41.368 =	72.450	"	Weingeist,
	886.182	"	freies Wasser.

Jetzt haben wir nun noch zu berechnen, wieviel Alkohol in den gefundenen 72.450 Gewichtstheilen Weingeist enthalten sind. Die obige Tabelle sagt uns, daß 72.5 (wir dürfen die gefundene Weingeistmenge unbedenklich bis zu dieser Zahl abrunden!) Gewichtstheile Weingeist 40.43 Gewichtstheile Alkohol und 32.02 Gewichtstheile „gebundenes" Wasser enthalten. Sonach war die Zusammensetzung des Bieres

1.600	Gewichtstheile	Kohlensäure,
41.368	"	Extrakt,
40.430	"	Alkohol,
32.020	"	gebundenes Wasser,
886.182	"	freies Wasser.

§. 264.

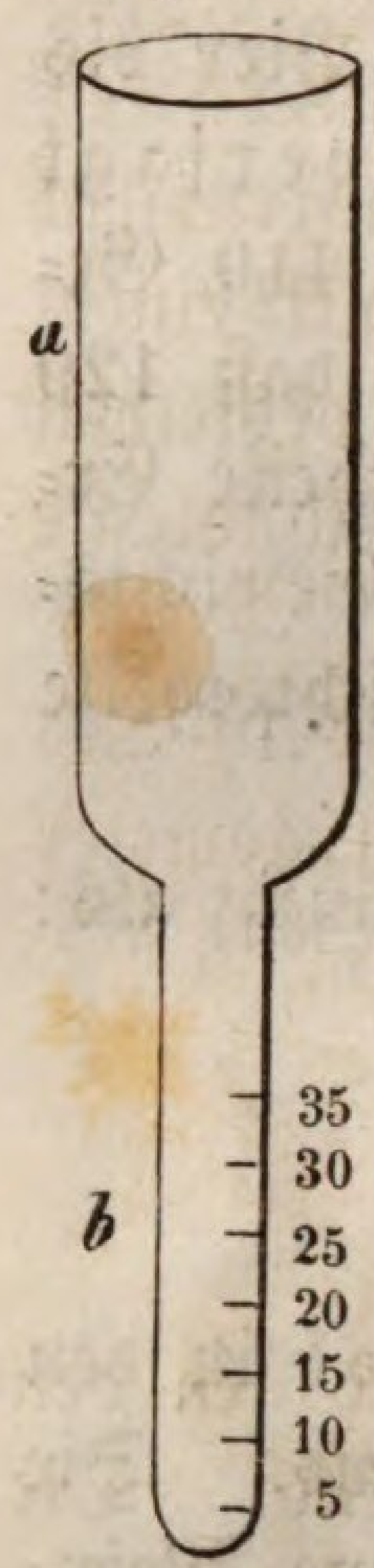
Diese Untersuchungsmethode, — bei welcher der Verbrauch an Kochsalz nicht gewogen, sondern gemessen wird — verlangt folgende Hülfsmittel:

1) Reines*), trockenes Kochsalz. Es wird pulverisirt, durch ein Sieb geschlagen und in verschlossenen Gläsern aufbewahrt. Es muß stets dasselbe Sieb beibehalten werden, um ein Salz von gleichem Grade der Feinheit zu erhalten, weil mit solchem Salze die Graduirung

*) Entweder nimmt man reines Steinsalz, oder man läßt das gewöhnliche Kochsalz durch einen Chemiker reinigen.

2) des Hallymeters vorgenommen ist. Dieses Instrument (s. Fig. 62) besteht aus einer weitern Röhre a (von etwa $1^1/_2$ Decimeter Länge und 4 Centimeter Durchmesser), an deren Boden ein engeres Rohr b (von etwa 1 Decimeter Länge und 8 Millimeter Weite angeschmolzen und unten zugeblasen ist. — Die Röhre b ist in Grade getheilt, deren jeder den Raum bezeichnet, welchen ein bayrischer Gran*) des gesiebten Kochsalzes einnimmt, nachdem es durch Schütteln unter der Flüssigkeit sich fest zusammengesetzt hat.

Fig. 62.



3) Eine Wage, die bei einer Belastung von 150 Gramm noch auf 5 Milligramm Ausschlag giebt; dazu

4) Gewichte von 1000 Gran herab bis zu $^1/_{10}$ Gran. Außerdem noch Glaskolben zum Kochen und sonstige allgemeiner verwendbare Utensilien.

Mit diesen Hülfsmitteln wird nun auf folgende Weise gearbeitet.

Man wägt genau 1000 Gran Bier ab, setzt 330 Gran gepulvertes Kochsalz hinzu, stellt den Kolben mehrere Minuten lang in warmes Wasser von höchstens 37^0 und schüttelt mehrmals um. Der Kolben wird nun abgekühlt, sorgfältig abgetrocknet und gewogen, — was der Inhalt desselben weniger wiegt als 1330 Gran, ist das Gewicht der fortgegangenen Kohlensäure.

Nun schließt man die Oeffnung des Kolben fest mit dem Daumen, schüttelt und kehrt den Kolben um, so daß sich das nicht gelöste Salz auf dem Daumen sammelt. Hält man die Oeffnung jetzt über das Hallymeter und zieht den Daumen weg, so kann man Salz und Bier ohne den geringsten Verlust in das Hallymeter gleiten lassen. Das Salz wird durch Aufstoßen, Umrühren mit einem Draht und wiederholtes Aufstoßen in den kleinsten Raum zusammengedrängt und die Grade (womöglich bis auf $^1/_{10}$) abgelesen. Die Grade ungelösten Kochsalzes zeigen — wie schon erwähnt — eben so viel Gran, welche von den angewendeten 330 Gran in Abzug gebracht werden. Der Rest, multiplicirt mit 2.778, giebt die Menge des freien Wassers.

In gleicher Weise wird der andere Versuch mit dem gekochten Bier gemacht und dann wie oben zur Berechnung geschritten.

---

*) Wir müssen hier das Grangewicht statt des Gramm beibehalten, weil alle käuflichen Hallymeter nach Granen graduirt sind. 16 bayrische Gran sind = 1 Gramm.

§. 265.

Zum Zwecke der Vereinfachung der hallymetrischen Bierprobe hat Greiner in München einen Apparat konstruirt, welchem R. Wagner den Namen Salzhydrometer beigelegt hat. Dieses Instrument besteht wesentlich aus einer Kombination des Hallymeters mit einem Aräometer. Ich entlehne die Beschreibung und Abbildung desselben den „Jahresberichten über die Fortschritte der chemischen Technologie von R. Wagner", 5. Jahrgang, S. 438.

Das vollständige hydrostatische Hallymeter Fig. 63 besteht 1) aus dem Glasapparat H, von welchem das Hallymeter m, das Aräometer und das Thermometer t, so wie über dem Hallymeter zwischen den Theilstrichen a und b der hohle Glaskörper zu unterscheiden ist, 2) aus einem Glastrichterchen Fig. 64, das zum Einfüllen des Salzes dient, und 3) einem kleinen Glaspfropfen Fig. 65 oder einem dem entsprechenden Glasstabe. Gewöhnlich ist dem Apparate noch eine Pipette zum Abmessen von 1000 Gran Bier und Wasser beigegeben. Das Salzhydrometer wird auf folgende Weise gehandhabt. Man bringt es in einen weiten Glascylinder, der mit Wasser von 17.5° C. gefüllt ist; der Apparat schwimmt darin senkrecht. Mit Hülfe einer Pipette bringt man von dem zu prüfenden Biere so viel in das Hydrometer, daß letzteres genau bis zum Theilstrich a in das Wasser einsinkt. Die hierzu erforderliche Biermenge wiegt 1000 Gran. Man setzt das Trichterchen und den Pfropfen auf und giebt so viel zur hallymetrischen Bierprobe präparirtes Kochsalz auf, daß das Hydrometer nun bis zum Theilstriche b einsinkt. Die Belastung beträgt 330 Gran Kochsalz. Man entfernt den Pfropfen vorsichtig und läßt das Salz in das Bier hinabgleiten. Man bringt jetzt das Hydrometer 5—10 Minuten lang in Wasser von etwa 40° und schwenkt das in dem Apparate befindliche Bier wiederholt um. Hierdurch entweicht die Kohlensäure, deren Beseitigung dadurch zu erkennen ist, daß das Hydrometer beim Wiedereinsenken in das Wasser, nachdem Trichter und Stöpsel wieder aufgesetzt wurden, nicht

Fig. 63.



Fig. 64.



Fig. 65.



mehr bis zum Theilstriche einsinkt, sondern um einige Grade, die unterhalb des Theilstriches angebracht sind, hervorragt. Die Entfernung von je zwei Graden entspricht dem Gewichte von 1 Gran. Gesetzt, das Hydrometer sinke nach der Erwärmung um das Volumen von 2 Graden minder tief ein, so sind aus dem Biere 2 Gran Kohlensäure entwichen und das Bier enthielt demnach 2.0 pr. Mille davon.

Das ungebundene Wasser wird, wie nach dem Verfahren von Fuchs, durch die Menge des in der Meßröhre des Hallymeters befindlichen ungelösten Kochsalzes ermittelt. Das Salzquantum zwischen zwei Theilstrichen wiegt auch hier 1 Gran. Angenommen, in der Meßröhre seien 19.2 Gran Kochsalz, so haben sich gelöst 310.8 Gran (330—19.2) und in 1000 Gran Bier waren somit Wasser 863.40 Gran (310.8 × 2.778).

Zur Bestimmung der Extraktmenge wiegt man zum zweiten Male in dem Hydrometer 1000 Gran Bier ab, reducirt sie in einem Glaskolben durch Abdampfen auf die Hälfte, giebt die abgekühlte Flüssigkeit in das Hydrometer zurück und ergänzt mit destillirtem Wasser auf 1000 Gran. Man setzt den Trichter jedoch ohne Pfropfen (welcher 20 Gran wiegt) auf und giebt Salz zu, bis das Hydrometer bis zur Marke b einsinkt. Es sind hierzu genau 350 Gran (330 + 20) erforderlich. Gesetzt, es wären in der Meßröhre 18 Gran Kochsalz ungelöst zurückgeblieben, so haben sich gelöst 332 Gran (350—18) und das vorhandene Wasser würde betragen 922.296 Gran (332 × 2.778); diese Wassermenge von 1000 Gran (Wasser und Extrakt) abgezogen, giebt 77.70 Gran für das Extrakt.

Der Alkohol und das gebundene Wasser werden aus der Differenz gefunden. Der Versuch gab

Kohlensäure	2.00
ungebundenes Wasser .	863.40
Extrakt	77.70
	943.10

Diese Summe von 1000 Gran abgezogen, giebt 57.39 Gran für Weingeist, d. i. Alkohol, verbunden mit Wasser. Die Alkoholmenge giebt die von Schafhäutel berechnete Tabelle; nach ihr entsprechen 57.36 Gran Weingeist 31.81 Gran Alkohol. Das untersuchte Bier würde demnach in 100 Theilen bestehen aus

Kohlensäure		0.20
Wasser	frei	86.34
	gebunden	2.53
Extrakt		7.77
Alkohol		3.16
		100.00

Nach Knobloch's Versuchen sind die mit dem Greiner'schen Salzhydrometer erhaltenen Resultate genügend genau.

§. 266.

Zur Beantwortung der Frage: ob der bittere Geschmack eines Bieres der Pikrinsäure entstammt? — dient folgender Weg.

Pikrinsäure im Biere verräth sich nämlich dadurch, daß weiße Schafwolle, damit gekocht, eine entschieden gelbe Farbe bekommt, während solche Wolle in einem Biere nur eine etwas schmutzige Schattirung ohne gelbe Nüance erhält.

§. 267.

Nachdem wir einmal darüber ins Klare gekommen sind, daß der substantiöse Charakter oder die Vollmundigkeit der Biere lediglich bedingt wird durch den Gehalt derselben an gebräunten Eiweißstoffen, muß es uns auch darum zu thun sein, die Menge derselben festzustellen und so einen Maaßstab für die Vollmundigkeit des Bieres zu haben. Es ist das um so mehr Bedürfniß, weil bei jüngern Bieren auch die Gegenwart von Glykose einen ähnlichen Eindruck auf die Zunge macht und so leicht zu Täuschungen Veranlassung giebt.

Wer in chemischen Arbeiten geübter ist, der wird den Extrakt des Bieres auf seinen Stickstoffgehalt untersuchen und daraus die Menge der Eiweißstoffe berechnen, wobei 15.5 Stickstoff auf je 100 Eiweißstoffe hindeuten.

Für unsern Zweck, dem mit einer annähernden Bestimmung Genüge geleistet wird, reicht die Anwendung einer Gerbsäure-Lösung von bekanntem Gehalte hin. — Vermittelst derselben ist es möglich, verschiedene Biere vergleichsweise auf ihren Gehalt an Eiweißstoffen zu prüfen. Man löst zu dem Ende 1 Theil Tannin in etwa 25 Theilen Wasser auf und setzt etwas Branntwein hinzu.

Die Bierproben werden zuvor mit etwas gepulverter Kreide versetzt, erwärmt und filtrirt; — dadurch nämlich werden die vorhandenen freien Säuren (welche sonst die Ausscheidung der Eiweißstoffe stören würden) beseitigt. Nun mißt man von dem Biere ein gewisses Quantum (z. B. 50 Kubik-Centimeter) ab, setzt ihm allmälig und

unter derbem Umschütteln so viel Tanninlösung zu, bis ein Tropfen der klaren Flüssigkeit auf einem mit einer Eisenoxydlösung getränkten Papiere eine schwärzliche Färbung bewirkt. Dabei ist es nöthig, daß das Eisenoxyd-Papier mit etwas Fließpapier bedeckt wird; auf letzteres läßt man den Tropfen des Bieres fallen und setzt einige Tropfen Wasser zu, damit das Bier von allen Trübungen befreit auf das Eisenpapier gelangt.

Die verbrauchten Mengen Gerbsäure geben die relative Menge der Eiweißstoffe in den zu vergleichenden Bieren an.

§. 268.

Bis es gelungen sein wird, den Glauben an die Wunder des Dextrin zu beseitigen, wird noch mancher Maischbottich treberfrei gemacht werden müssen. Nachdem ihm die Macht, das Bier vollmundig zu machen, entrissen ist, will man ihm wenigstens die Eigenschaft vindiciren, die Kohlensäure im Biere zurückzuhalten. Wie wenig Wahrheit auch aus dieser Meinung heraus zu titriren ist, wird sich zeigen, wenn man in einer ganzen Reihe von Bieren sehr verschiedenen Charakters den Dextringehalt bestimmt und damit ihre Eigenschaft, die Kohlensäure zurückzuhalten, in Einklang zu bringen sucht.

Bekanntlich wird das Dextrin aus seinen Auflösungen durch ein Uebermaaß von Alkohol gefällt. Man sollte also annehmen, daß man auf diesem Wege das Dextrin ausscheiden, auf einem Filter sammeln und schließlich dem Gewichte nach bestimmen könnte. Auf das Bier angewendet, wird aber hierdurch zugleich ein Theil der löslichen Eiweißstoffe mit zu Boden gerissen (s. S. 123) und das Resultat wird also ungenau. Zur Vergleichung verschiedener Biere indessen bietet uns dieser Weg Anhaltspunkte, weil die Menge der ausgeschiedenen Eiweißstoffe immer im Verhältniß zur Menge des niedergeschlagenen Dextrin steht. Denselben Zweck erreichen wir indessen auf kürzerem Wege, wenn wir ermitteln, wie viel Alkohol nothwendig ist, um den Anfang der Trübung hervorzurufen, — je weniger Alkohol dazu vonnöthen ist, um so mehr Dextrin ist vorhanden.

Man macht diese Probe auf folgende Weise. Das Bier wird durch Schütteln entkohlensäuert und — wenn es nicht glanzhell ist — filtrirt. Nun werden 10 Kubikcentimeter desselben in eine Flasche von weißem Glase gebracht (man kann den Höhestand für weitere Versuche mit einem Feilstrich anmerken) und von einer abgemessenen

Menge Alkohols wird so lange unter lebhaftem Umschütteln zugesetzt, bis das Bier seine Klarheit verliert, — man darf die Umrisse eines in kurzer Entfernung hinter die Flasche gehaltenen Fingers nicht mehr scharf abgegrenzt sehen. Die dazu verbrauchte Menge Alkohols wird notirt und dann zur Prüfung eines andern Bieres übergegangen. Die verbrauchten Alkoholmengen verhalten sich umgekehrt wie die Dextrinmengen. Waren z. B. bei einer Sorte Bier 12, bei einer andern nur 10 Kubikcentimeter Alkohol nöthig, so verhält sich die Dextrinmenge des ersten Bieres zur Dextrinmenge des zweiten wie 10 zu 12, d. h. das letztere ist um $1/5$ reicher an Dextrin als ersteres.

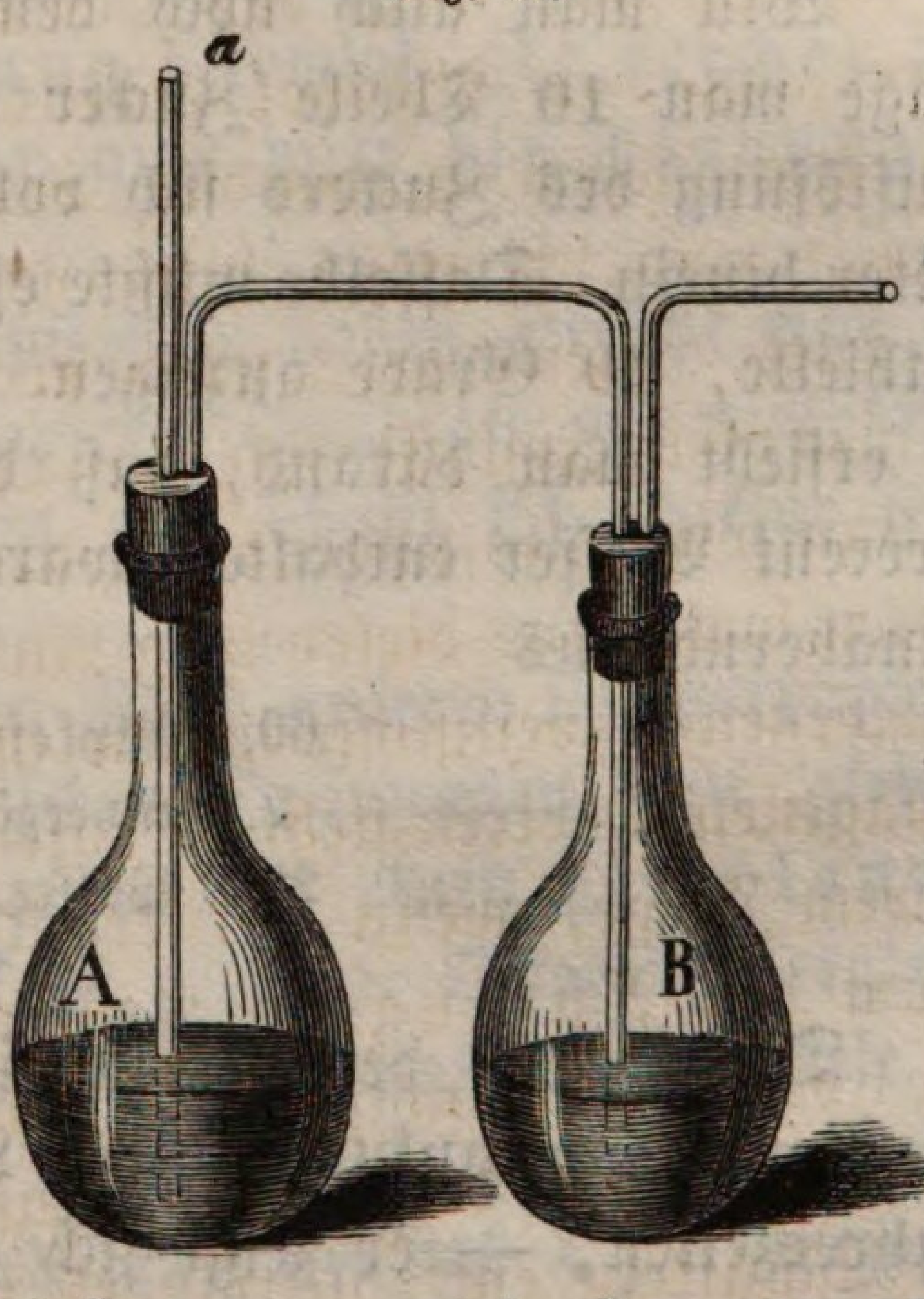
Diese Probe hat für die Praxis nur den Werth, daß sie Anhaltspunkte über die mehr oder minder vollkommene Bildung der Glykose bei verschiedenen Braumethoden bietet.

Kartoffelzucker.

§. 269.

Der Kartoffelzucker des Handels (wir werden ihn später als einen unter Umständen vortheilhaften Zusatz zum Malzbier kennen lernen) leidet in der Regel an zwei Fehlern. Er enthält sehr bedeutende, aber wandelbare Mengen von Wasser. Ferner noch ist auch die feste Masse desselben nicht blos Glykose, — es findet sich darin noch Dextrin und die unvergährbaren Zwischenkörper (s. §. 128). Den Dextringehalt kann man feststellen durch Behandlung mit überschüssigem Alkohol, wobei die Trübung auf Dextrin deutet. Die unvergährbaren Zwischenkörper aber sind nur durch einen Gährversuch festzustellen, den man in folgender Weise macht.

Fig. 66.



A und B (Fig. 66) sind zwei Fläschchen, wovon A etwa 60—70 und B etwa 45—50 Kubikcentimeter Inhalt hat. Jedes derselben ist mit einem doppelt durchbohrten Kork verschlossen, durch welche Glasröhren in der Reihe angebracht sind, wie die Figur zeigt. Das

Fläschchen A bekommt nun eine Auflösung von 5 Gramm des zu untersuchenden Kartoffelzuckers in etwa 40 Gramm Wasser, man setzt etwas abgepreßte Unterhefe hinzu, — das Fläschchen B wird bis zur Hälfte mit gewöhnlicher englischer Schwefelsäure (die bekanntlich große Neigung hat, sich mit Wasser zu verbinden) gefüllt, — der Apparat wird zusammengestellt, auf die Wage gebracht und das Gewicht notirt. Die Gährung beginnt, die Kohlensäure entweicht durch die Schwefelsäure im Fläschchen B, wo sie ihr Wasser zurückläßt. Wenn keine Gasblasen mehr in B durchpassiren, saugt man am Rohre b, worauf bei a Luft in die in A enthaltene Flüssigkeit bringt und daselbst die Kohlensäure verjagt. Ist auf diese Weise alle Kohlensäure aus dem Apparate entfernt, so bringt man ihn wieder auf die Wage und notirt sich den Gewichtsverlust. Man kann für je 49 Gewichtstheile Verlust 100 Gewichtstheile Glykose in Rechnung bringen (s. §. 189).

Der Gewichtsverlust betrage z. B. für 5 Gramm Zucker 1.7 Gramm, so sind darin $\frac{1.7 \times 100}{49} = 3.47$ Gramm Glykose enthalten. Der Zucker enthält also 69.4 Procent Glykose und 31.6 Procent Wasser und sonstige fremde Stoffe.

Will man auch noch den Wassergehalt für sich ermitteln, so wäge man 10 Theile Zucker und 90 Theile Wasser ab, lasse die Auflösung des Zuckers sich vollenden und senke dann das Saccharometer hinein. Dasselbe müßte offenbar, wenn der Zucker kein Wasser enthielte, 10 Grade anzeigen. Zeigt er nun z. B. nur 7.2 Grade, so ersieht man daraus, daß darin 72 Procent feste Masse und 28 Procent Wasser enthalten waren. Der Zucker bestand also in 100 annähernd aus

69.4 Glykose,
2.6 unvergährbare feste Masse,
28.0 Wasser.

§. 270.

Der Gehalt der atmosphärischen Luft an Ozon unterliegt beständigen Schwankungen im Laufe des Tages und im Laufe der Jahreszeiten; — er zeigt sich größer bei Nacht als bei Tage und ist früh gegen Sonnenaufgang am stärksten, — er ist größer im Winter als im Sommer, stärker bei bedecktem als bei heiterm Himmel, — außerordentlich reich an Ozon ist die Luft bei fallendem Schnee (in jeder Schneeflocke läßt sich Ozon nachweisen). Das Ozon übt eine

so eigenthümliche Wirkung auf die Eiweißstoffe, daß man dasselbe allerdings unter die auf den Verlauf des Brauprozesses einwirkenden Stoffe rechnen muß. Neuerdings hat Chatelain aus dem geringen Ozongehalt der Luft im Sommer die Unmöglichkeit, während dieser Jahreszeit Bier zu brauen, gefolgert. Das ist nun offenbar eine übertriebene Furcht. Da aber unsere Kenntniß über den Einfluß des Ozon auf den Brauprozeß noch so sehr mangelhaft ist und weil sich aus solchem verschleierten Wissen gar leicht ein ozonisirtes Vorurtheil bilden könnte, deshalb möchte ich die Leser bitten, tägliche Untersuchungen über den Ozongehalt der Luft in ihre Braujournale aufzunehmen, damit man nach längerer Zeit das Material zu einem Bericht im „Bierbrauer" erwarten darf.

Die Untersuchung ist sehr einfach. Man kocht einen Kleister aus 20 Theilen reinem Stärkemehl (Kartoffelstärke) und 500 Theilen Wasser und setzt demselben nach dem Erkalten 1 Theil Jodkalium (s. S. 122 Anm.) zu. Mit diesem innigst gemischten Kleister streicht man nun Papier an, trocknet es rasch und bewahrt das Papier in einem gutschließenden Etui fest zusammengepreßt auf.

Setzt man solches Papier der Luft aus, so veranlaßt das Ozon derselben eine Zersetzung des Jodkalium, in deren Folge das Stärkemehl die bekannte violblaue Färbung bekommt. Je reicher die Luft an Ozon ist, um so dunkler auch wird die Färbung in einer gewissen Zeit.

Um nun einen vergleichenden Maßstab zu haben, streicht man auf einer Anzahl von Blättern weißen Papieres Quadrate mit violblauer Farbe von verschiedener Dunkelheit an und schafft sich so eine Farbenskale (etwa von 1 bis 10).

Zur Untersuchung preßt man ein Blatt unseres Kleisterpapieres zwischen zwei Platten mit quadratischen Oeffnungen von gleicher Größe wie auf der Farbenskale und setzt es stets einen gleichlangen Zeitraum hindurch der Luft aus. Das gebläute Quadrat vergleicht man nun mit der Farbenskale und notirt die Nummer der Skale als den vergleichsweisen Ozongehalt der Luft.

Durch faulende Substanzen wird der Luft das Ozon entzogen, — bläut sich deshalb das Kleisterpapier im Brauhause nicht, während es doch draußen blau wird, so ist „Etwas faul im Staate Dänemark" und die Sünde gegen die Reinlichkeit muß durch Anstriche mit Chlorkalk ꝛc. abgewaschen werden.

Anhang.

Uebersichtliche Zusammenstellung der Reagentien nebst deren Anwendung.

(Sämmtliche Reagentien können vom Verfasser dieses Werkes bezogen werden.)

A. Reagentien zur qualitativen Analyse.

Name des Reagens.	Darstellung oder Form des Reagens.	Anwendung.
Lackmus, blauer.	Käuflicher Lackmus, mit Wasser ausgezogen, die Auflösung in zwei Theile getheilt, dem einen Theil wird etwas verdünnte Säure zugesetzt, bis die Farbe ins Roth übergeht; dann wird der andere (blaue) Theil zugesetzt und durch diese Tinktur werden Streifen von feinem weißen Schreibpapier durchgezogen, bis sie gleichmäßig blau sind, und getrocknet. Auch als Tinktur angewendet, welche dann durch Zusatz von Kochsalz haltbar gemacht wird.	Wird durch Säuren roth gefärbt (§. 42). So findet man z. B. die Essigsäure des Bieres, indem man es destillirt und die in der Vorlage befindliche Flüssigkeit, welche die flüchtige Essigsäure enthält, mit Lackmus prüft. Die Röthung, welche durch Kohlensäure hervorgerufen wird, ist nicht bleibend, — das dadurch geröthete Papier wird an der Luft wieder blau.
Lackmus, rother.	Blaues Lackmuspapier wird durch Wasser gezogen, dem ein wenig Säure zugesetzt war.	Wird durch Alkalien blau gefärbt (s. §. 42).
Curcuma.	Gepulverte Curcumawurzel wird mit schwachem Branntwein ausgezogen und filtrirt. In die gelbe Flüssigkeit werden Papierstreifen getaucht und getrocknet.	Das Curcumapapier wird durch Alkalien braun gefärbt.
Weingeist.	Ziemlich wasserfreier.	Scheidet das Dextrin aus (s. §§. 125 u. 268). Dient zur Werthbestimmung des Malzes (s. §. 249).

Name des Reagens.	Darstellung oder Form des Reagens.	Anwendung.
Ammoniak.	Die Auflösung des Gases in Wasser ist unter dem Namen „Salmiakgeist" im Handel zu haben.	Zur Neutralisation der Säuren, zur Lösung des Glutin u. s. w.
Salzsäure.	Sie muß chemisch rein sein.	Zur Erkennung des geschwefelten Hopfens (s. §. 252).
Zink.	Es muß schwefelfrei sein.	Desgleichen.
Nitroprussidnatrium.	Dunkelrothe Krystalle. In reinem Wasser gelöst und im Dunkeln oder in schwarzen Gläsern aufbewahrt.	Desgleichen.
Schwefelkohlenstoff.	Der gewöhnliche Schwefelkohlenstoff des Handels hat einen widerwärtigen Geruch, weil er nicht rein ist (enthält Schwefelwasserstoff). Für unsern Zweck schadet diese Beimengung nicht.	Zur Untersuchung des Hopfens auf seinen Gehalt an Hopfenharz (s. §. 251).
Jod.	Das käufliche Jod wird mit Wasser geschüttelt (s. §. 83).	Zur Erkennung des unveränderten Stärkekleisters in der Würze oder im Biere (s. §. 83).
Gerbsäure.	Die unter dem Namen „Tannin" käufliche Gerbsäure wird zum Gebrauch in reinem Wasser gelöst. Die Auflösung zersetzt sich bald, man bereitet sie deshalb am besten frisch zu jedesmaligem Gebrauche.	Zur Erkennung der Eiweißstoffe in einer Flüssigkeit (s. §. 175). Eisensalze werden durch diese Gerbsäure blauschwarz gefärbt (Stahlwasser z. B.).
Schwefelsaures Eisenoxyd.	Der käufliche Eisenvitriol, in Wasser gelöst, wird an der Luft nach und nach trüb und gelblich. Die klare Flüssigkeit wird benutzt.	Dient zur Auffindung der Gerbsäure, welche dadurch dunkel gefärbt wird (s. §. 175). Klares Bier wird dadurch nicht grün, enthält also keine Hopfengerbsäure, wie mehrfach behauptet wurde.
Chlorgold.	In einem Gemisch von 1 Theil reiner Salpetersäure und 4 Theilen Salzsäure löst man Dukatengold auf, indem man es längere Zeit damit erwärmt.	Organische Körper im Wasser (Quellsäuren ꝛc. §. 176) werden durch dieses Reagens erkannt. S. Wasser.

Name des Reagens.	Darstellung oder Form des Reagens.	Anwendung.
Kalkwasser.	Reiner gebrannter Kalk (gebrannte Kreide) wird gelöscht und dann viel Wasser zugesetzt. Beim Gebrauch gießt man von der über dem kalkigen Bodensatz stehenden klaren Flüssigkeit ab und füllt das Glas wieder mit reinem Wasser an.	Wird durch Kohlensäure getrübt, — scheidet aus dem Wasser die sauren kohlensauren Erden und das kohlensaure Eisenoxydul (§§. 88 u. 94).
Chlorbaryum.	Das käufliche Chlorbaryum wird mit dem 10fachen von reinem (destillirtem) Wasser gelöst.	Zeigt im Quellwasser schwefelsaure Salze an durch einen weißen, in Salzsäure unauflöslichen Niederschlag. Bei der Untersuchung muß dem Wasser deshalb gleich etwas Salzsäure zugesetzt werden, weil auch die kohlensauren Salze einen weißen Niederschlag bewirken würden, der aber in Salzsäure löslich ist.
Salpetersaures Silberoxyd.	Etwas käufliches salpetersaures Silber (Höllenstein) wird in vielem reinen Wasser gelöst und noch etwas reine Salpetersäure zugesetzt.	Erzeugt in Wasser, welches Chlorverbindungen (oder salzsaure Salze) enthält, einen weißen, in Ammoniak auflöslichen Niederschlag; — ist der Niederschlag bräunlich, so deutet das auf Gegenwart von Schwefelwasserstoff.
Indiglösung.	Fein gepulverter Indig wird mit dem 4fachen Gewicht rauchender Schwefelsäure angerieben und einige Tage stehen gelassen, wonach man sie mit vielem Wasser verdünnt.	Wasser, welches salpetersaure Salze enthält, wird auf Zusatz von Indiglösung erst blau gefärbt, verliert aber die Farbe beim Erwärmen.
Saures kleesaures Kali.	Das käufliche „Kleesalz" wird in reinem Wasser gelöst.	Giebt mit Kalksalzen einen weißen Niederschlag.

Name des Reagens.	Darstellung oder Form des Reagens.	Anwendung.
Phosphorsaures Natron.	Das käufliche Salz wird in 10 Theilen Wasser gelöst.	Zur Prüfung des Wassers auf Bittererde; das Wasser wird erst mit einigen Tropfen Salzsäure und dann mit Ammoniak versetzt, so daß Curcumapapier gebräunt wird; — trübt sich die Flüssigkeit, so wird sie filtrirt, — giebt die klare Flüssigkeit bei Zusatz von phosphorsaurem Natron einen Niederschlag, so ist's phosphorsaures Bittererde-Ammoniak.

B. Reagentien zur Titriranalyse (s. S. 38).

Diese Flüssigkeiten enthalten bekanntlich in einem gewissen Raumtheile eine genau bestimmte Menge des Reagens. Der Gehalt derselben beträgt in der Regel (bei den sogenannten Normal-Reagentien) $^{1}/_{1000}$ Atomgewicht des Reagens in Grammen ausgedrückt im Kubikcentimeter. Wir bedürfen:

Name des Reagens.	Darstellung oder Form des Reagens.	Anwendung.
Normal-Kalilösung.	Ein Kubikcentimeter = $\frac{39}{1000}$ Gramm Kali.	Zur Bestimmung der Menge der Säuren in der Würze und dem Biere. Bei der Untersuchung der Biere wird erst die Essigsäure abdestillirt, der Rückstand enthält Milchsäure. 1 Kubikcentimeter des Reagens zeigt an 0.07 Gramm (oder $^{70}/_{1000}$) Essigsäure oder 0.18 Gramm Milchsäure.
Leimlösung.	S. §. 252.	Zur Bestimmung der Gerbsäure im Hopfen (s. §. 252).
Gerbsäurelösung.	S. §. 267.	Zur Bestimmung der Eiweißstoffe im Biere (s. §. 267).

Der Grundstein ist gelegt!

Das Baumaterial ist — so gut es heute möglich war — hergerichtet. Wir können getrosten Muthes daran gehen, auf diesen Grundlagen der Praxis einen wohnlichen Bau zu bereiten, — er wird sicher nicht windschief werden.

Und weil das ganze Spiel der Stoffe, welchen beim Brauprozeß eine Rolle zugetheilt ist, lediglich beruht auf der Allmacht des Wärmestoffs, — weil wir seines starken Armes bedürfen, um dem obersten Gesetz der Association freie Bahn zu schaffen, — und weil wir seinem Walten einen dauerhaften Riegel vorschieben müssen, wo es uns Unheil bringen kann: — deshalb studiren wir in der Praxis zunächst

Die Technik der Heiz- und Trockenapparate, sowie der Kühlvorrichtungen.

Zweiter Theil.

Die

Technik der Heiz- und Trockenapparate.

§. 1.

Einleitung.

Die Aufgabe der Pyrotechnik (Feuerungskunde) spaltet sich in zwei Hauptabtheilungen, — es handelt sich 1. um die vortheilhafteste Erzeugung des Wärmestoffs und 2. um die bestmögliche Benützung der erzeugten Wärme.

Jeder dieser beiden Zwecke bietet seine besondern Schwierigkeiten, um ihn zu erreichen. Die Grundsätze, welche die vortheilhafte Erzeugung der Wärme ermöglichen, sind bereits im Kapitel „vom Verbrennungsproceß" (s. Ersten Theil, vierten Abschnitt) zur Genüge erörtert. Auch über die beste Art der Benutzung sind bereits Andeutungen gegeben. Hier haben wir es nächst der Betrachtung der Braustoffe hauptsächlich mit den erforderlichen Apparaten zu thun.

Erster Abschnitt.

Brennstoffe.

---

§. 2.

Unsere Brennstoffe sind bekanntlich Holz, Torf, Braunkohle, Steinkohle, Anthracit, verkohlte Brennstoffe (Holz- und Torfkohle, Koks), und — Heizgas.

Jeder dieser Brennstoffe zeigt seine Eigenthümlichkeiten bei der Verwendung, — und die muß man respektiren, um Verlusten vorzubeugen.

Wie man die Heizkraft der Brennstoffe ermittelt, wurde bereits im §. 213 erörtert. Auch war im Kapitel vom Verbrennungsprozeß schon die Rede davon, daß der Wassergehalt der Brennstoffe die Quelle großer Verluste werden kann (§. 216).

Erwägen wir nun, daß auch der im trocknen Brennstoffe bereits enthaltene Sauerstoff als schon mit Wasserstoff verbunden zu betrachten ist und deshalb auch bei der Verbrennung nichts mehr bei-

trägt zur Steigerung der Temperatur (so beim Holz); — erwägen wir ferner, daß der unverbrannte Wasserstoff wol 3mal soviel Wärme-Einheiten liefern kann als der Kohlenstoff, und daß das Holz gar keinen solchen Wasserstoff enthält, während die mineralischen Brennstoffe dessen stets enthalten: so wird der bedeutende Unterschied in die Augen springen, welcher im Heizwerth der verschiedenen Brennstoffe stattfinden muß, je nachdem die Zusammensetzung in der erwähnten Weise verschieden ist.

Dazu kommt nun aber auch noch die außerordentliche Verschiedenheit des Wassergehaltes bei verschiedenen Brennstoffen und bei gleichem Grade der Lufttrockenheit, — denn während das gewöhnliche lufttrockne Holz noch etwa 20 Procent Wasser enthält, schwankt der Wassergehalt bei den Steinkohlen von 1 bis 20 Procent und einige amerikanische Anthracite enthalten gar kein Wasser.

Ein weiterer Faktor ist der Aschengehalt der Brennstoffe. Holz enthält sehr wenige Aschenbestandtheile, — schlechte Steinkohlen dagegen hinterlassen bis zu mehr als 60 Procent unverbrennlichen Rückstand. Dieser schlackenartige Rückstand der Kohlen aber schließt noch einen Theil der verbrennbaren Theile ein, umhüllt und schützt sie vor der Verbrennung. Erfahrungsmäßig gehen bei den bessern Steinkohlen 3 bis 4 Procent der brennbaren Substanz in die Rückstände, dieser Verlust steigt aber bei Kohlen von großem Aschengehalt (wie z. B. bei der Kohle des Plauen'schen Grundes bei Dresden) bis auf 10 Procent und darüber. Braunkohlen liefern meistens keine schlackenartige Asche und es fallen deshalb diese Verluste da fort.

Der Heizwerth eines Brennstoffs hängt also ab

1) von der chemischen Zusammensetzung der darin enthaltenen brennbaren Substanz, —

2) von dem Grade der Trockenheit und

3) von dem Aschengehalt desselben.

Die Untersuchung der Brennstoffe nach der Berthier'schen Methode belehrt uns nun zwar über den Heizeffekt der brennbaren Substanz, — nicht aber über die Wärmeverluste, welche die vorhandene Feuchtigkeit hervorruft; — sie kann uns keinen Aufschluß geben über die Brennstoffmengen, welche durch den Aschengehalt der Steinkohlen der Verbrennung entzogen werden. Dazu bedürfte es separater Bestimmungen durch einen Trocknungsversuch (wobei in Rechnung zu

bringen ist, daß jedes Pfund Wasser 650 Wärme-Einheiten zur Verdampfung allein erfordert) und einen Verbrennungsversuch, wobei der Rückstand gewogen wird.

Da man indessen in der Praxis bezüglich des Brennstoffs meistens nicht sehr wählerisch sein darf, sondern auf bestimmte Feuermaterialien angewiesen ist: so kann uns auch die Bestimmung der Aschengehalte wenig interessiren. Auch die Bestimmung der Heizkraft eines Brennstoffes wird dem Praktiker selten als Handhabe dienen, um sein Material darnach zu wählen, — es bietet ihm vielmehr häufiger die Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Leistungen seiner Heizapparate, d. h. zur Beantwortung der Frage, in wie weit die möglicher Weise zu producirende Wärmemenge auch wirklich zur Verwendung gelangt.

§. 3.

Ueber die Naturgeschichte der verschiedenen Brennstoffe genügen wenige Worte, — wobei wir von dem Holz absehen und uns lediglich an die Produkte des Mineralreichs halten.

Der Torf ist das Verwesungsprodukt von Sumpfpflanzen, Moosen ꝛc. Die Pflanzenschichten, welche unter dem stehenden Wasser befindlich sind, verändern zunächst ihre Farbe, sie werden braun, während über dem Wasser neue Pflanzen fortwuchern und der Torfbildung den nöthigen Nachwuchs liefern. In solchem jungen Torfe (Rasentorf) kann man die Form der Pflanzen, aus denen er hervorgegangen, noch deutlich erkennen. Je älter der Torf ist, um so dunkler auch seine Farbe, die fast schwarz wird. Auch die Dichtigkeit ist bei älterm Torf größer, die Pflanzenform wird unkenntlich, — die dichteste Masse bei altem Torf nennt man Pechtorf. Der Unterschied in der Dichtigkeit des Torfes ist so bedeutend, daß ein Kubikmeter Rasentorf etwa 135 Kilogramm, ein gleicher Raum Pechtorf über 1200 Kilogramm wiegt. — Der Aschengehalt des Torfs ist sehr verschieden, je nachdem das Wasser, in dem er entstand, mehr oder weniger erdige Beimengungen enthielt, — er schwankt von 1 bis 30 Procent. — Der Kohlenstoffgehalt des reinsten trocknen Torfs beträgt etwa 57 Procent, — während trocknes Holz durchschnittlich nur 49 Procent Kohlenstoff enthält.

Die Braunkohle verdankt ihren Ursprung, ebenso wie der Torf, einem Verwesungsprozeß von Pflanzen, — nur sind's hier keine Gräser und Moose, sondern Hölzer und zwar vorzugsweise

Nadelhölzer. Das Gefüge des Holzes ist häufig noch vollkommen kenntlich. Die Farbe ist braun (bei der holzförmigen und erdigen Braunkohle) bis braunschwarz (bei der derben Kohle mit muschligem Bruch) und glänzend schwarz bei der Pechkohle. — Die Dichtigkeit schwankt in engen Grenzen, ein Kubikmeter wiegt 1350 bis 1700 Kilogramm. — Der Aschengehalt dagegen ist ziemlich schwankend, von 2 bis 10 Procent der trocknen Kohle. — Der Kohlenstoff beträgt etwa 60 Procent der trocknen Kohle.

Torf und Braunkohle zeigen ein eigenthümliches Verhalten gegen Auflösungen von Kali oder Ammoniak, — diese Flüssigkeiten lösen daraus einen schwarzbraunen Körper auf und bilden dadurch eine dunkelbraun gefärbte Lösung. Man kann dadurch den Unterschied zwischen der Pechkohle und einer muschligen Art

Steinkohle stets mit Sicherheit nachweisen, — diese alkalischen Flüssigkeiten werden nämlich durch Steinkohle nicht gefärbt. — Die Steinkohle entstammt (wie man aus den sie begleitenden Abdrücken &c. zu schließen berechtigt ist) einer vorweltlichen Ueberwucherung der Erde von riesigen Pflanzen, hauptsächlich Farnkräutern und Schachtelhalmen. Hier sind aber alle organischen Abzeichen verschwunden, — es giebt nur dichte Steinkohle. — Die Dichtigkeit der Steinkohle schwankt wieder mehr als die der Braunkohle, — ein Kubikmeter faßt 1400 bis 1900 Kilogramm. — Der Aschengehalt zeigt sich äußerst verschieden, er bewegt sich zwischen 1 bis 25 Procent. — Den Kohlenstoffgehalt kann man durchschnittlich zu 85 % annehmen. —

Wenig Interesse bietet uns der Anthracit, wie er hauptsächlich in Nordamerika als Brennstoff benutzt wird. Der Feuchtigkeits-Gehalt dieses Brennstoffs ist äußerst gering, — aber der Aschengehalt ist meistens sehr bedeutend, so daß eine große Menge Brennstoff durch die schlackige Umhüllung der Verbrennung entzogen wird.

Es folgen jetzt über die einzelnen Brennstoffe noch einige technische Notizen.

---

§. 4.
Holz.

Die Kunst Holz zu sparen beruht — abgesehen von der Einrichtung des Heizapparats — hauptsächlich auf der möglichst vollendeten Trockenheit und auf einer hinreichenden Zerkleinerung desselben.

Was den Nachtheil des im Holze enthaltenen Wassers anlangt, so ist davon bereits die Rede gewesen. Wenn auch dieser Nachtheil der Feuchtigkeit bei *jedem* Brennstoff stattfindet, so macht er sich doch beim Holze am meisten geltend, weil man die Holzvorräthe nicht soweit zu zerkleinern pflegt, daß ein rasches Austrocknen möglich wäre, — bei Torf und Braunkohle ist das anders. Und weil *Zahlen immer am deutlichsten reden*, so soll der durch feuchtes Holz erwachsende Verlust hier noch einmal mit Zahlen belegt werden.

1 Kilogramm *vollkommen trocknes* Holz giebt beim Verbrennen 3600 Wärme-Einheiten. Holz, welches bereits ein Jahr lang gefällt war, zeigte noch 25 Procent Wasser, — die verbrennliche Substanz in demselben kann also nur $3600 \times 0.75 = 2700$ Wärme-Einheiten liefern. Von dieser Wärmemenge kommt zunächst in Abzug der Verbrauch, welcher zur Verdampfung von 0.25 Kilogramm Wasser nöthig war, — da 1 Kilogramm Wasser von 0^0 650 Wärme-Einheiten zum Verdampfen erheischt, so beträgt die hier nöthige Menge $650 \times 0.25 = 163$ Wärme-Einheiten. Schlagen wir diesen Verlust durch's Verdampfen von 25 Procent Wasser als Holzmasse an, so zeigt sich, daß bei je 100 Kilogramm Holz 25 Kilogramm Wasser $650 \times 25 = 16250$ Wärme-Einheiten an sich reißen und daß zur Erzeugung dieser Wärmemenge $\frac{16250}{3600} = 4^1/_2$ Kilogramm trocknes Holz erforderlich waren.

Ganz anders aber gestaltet sich die Rechnung, wenn man die Rohheit begeht, *grünes* Holz zu verbrennen. Nach *Hartig* liefern

100	Pfund	grünes	Tannenholz	62	Pfund	dürres,
100	"	"	Fichten	"	54	"	"
100	"	"	Buchen	"	60	"	"
100	"	"	Birken	"	70	"	"

Da enthält also das grüne Buchenholz z. B. 40 Procent Wasser *ohne* das noch im dürren Holz stecken bleibende; der ganze Wassergehalt zeigt sich

$$100\text{ Pfd. grünes Holz}\left\{\begin{array}{l}60\text{ Pfd. dürres Holz}\left\{\begin{array}{l}45\text{ Pfd. trockne Holzmasse,}\\ 15\text{ " Wasser}\end{array}\right.\\ 40\text{ " . . . . } 40\text{ " "}\end{array}\right\} 55\text{ Pfd. Wasser.}$$

Es müssen also $55 \times 650 = 35750$ Wärme-Einheiten verwendet werden zur Verdampfung des Wassers und dazu sind $\frac{35750}{3600} =$ etwa 10 Pfund trockne Holzmasse vonnöthen. Nun enthält aber das

grüne Holz nur 45 Pfund trockne Masse, — mithin werden 22 Procent des Brennstoffs verwüstet.

Das ist aber noch nicht der ganze Schaden, der hinkende Bote erzählt weiter,

daß der Wasserdampf nicht etwa mit der Temperatur von 100° fortgeht, sondern mit dem im Schornstein vorherrschenden höhern Wärmegrade; —

daß durch Verdampfung des Wassers auch die Temperatur im Feuerraume sehr vermindert und deshalb auch der Brennstoff nur unvollkommen (unter Rauch- und Holzessigbildung) verbrannt wird (s. §. 214). Der durch den letztern Umstand herbeigeführte Verlust kann leicht bis zu 30 Procent betragen. Daher denn auch Professor Meißner in die §. 207 mitgetheilten bittern, aber wahren Worte ausbrach.

Wie leicht ist es aber, diese Brennstoff-Verluste zu beseitigen, indem man auf stete Benutzung der großen Menge sonst ungenützt entweichender Wärme zum Holztrocknen Bedacht nimmt! Da kann man dem Schornstein erst eine große Menge Wärme abzapfen, ehedenn er für den Zug zu kalt werden würde. Die hierzu dienlichen Vorrichtungen müssen ein langsames, aber anhaltendes Darren möglich machen, weil das Holz ein schlechter Wärmeleiter ist, also die Wärme auch erst langsam bis zum Kern des Holzes vordringen und das Wasser von dort vertreiben kann.

Eine Vorrichtung zum Holzdörren ist leicht gemacht, indem man in einer kammerförmigen Erweiterung des Schornsteins ein Röhrensystem anbringt, dessen eines Ende in die freie Luft, das andere Ende aber in die Darrkammer und zwar am Boden derselben einmündet. Dieses in die Darrkammer einmündende Rohr bekommt eine am Boden fortgehende Verlängerung, in der Art, wie wir solches bei der Rauchdarre mittheilen werden. Die Darrkammer ist mit in dünne Scheite gespaltenem Holze kreuzbankartig gefüllt und hat an der Decke ein in den Schornstein mündendes Abzugsrohr für die feuchten Dämpfe.

Der zweite Weg zur Holzsparkasse ist die hinreichende Zerkleinerung desselben. Durch besseres Zerkleinern des Holzes wird die Verbrennung desselben vollständiger. Freilich erheischt das Feuer eine sorgfältigen Wartung, es muß öfters nachgeschürt werden. Da aber das kleingespaltene Holz rascher anbrennt und sich dabei das Feuer

besser regieren läßt, so wird sich das Heizpersonal gar bald mit dieser ökonomischen Maaßregel befreunden.

Es ist der Glaube sehr verbreitet, daß der Brennwerth der verschiedenen Holzarten an und für sich sehr verschieden sei. Das ist ein Irrthum. Alle Hölzer haben bei gleichem Zustande der Trockenheit den gleichen Brennwerth, wenn sie **gewogen** werden. Beurtheilt man sie aber dem Maaße nach, so ist der Unterschied allerdings da, denn da wiegt eine gewisse Raumeinheit (Kubikmeter, Klafter) Buchenholz z. B. 100 Gewichtstheile, während das Tannenholz nur 72 Gewichtstheile ergiebt. In **gleichem** Verhältniß aber muß dann auch der **Preis** des Tannenholzes **geringer** sein als der des Buchenholzes.

Man kauft das Holz bekanntlich dem Maaße nach, wobei eine mehr oder minder große Anzahl von Zwischenräumen entsteht, je nachdem das Holz bucklig oder gerade war. Wo es darauf ankommt, die Menge Brennholz genau zu bestimmen, da muß man es wägen. Außerdem kann man annehmen, daß

100	Raumtheile	Scheitholz	enthalten	65—76	Raumtheile	feste	Holzmasse,
„	„	Prügelholz	„	55—63	„	„	„
„	„	Astholz	„	51—55	„	„	„
„	„	Wurzelstöcke	„	30—47	„	„	„

1 Kubikmeter Holz, welches vor Jahresfrist gefällt ist, wiegt durchschnittlich

bei	Nußbaumholz	553	Kilogramm,
„	Eichenholz	489	„
„	Birkenholz	427	„
„	Buchenholz	400	„
„	Kastanienholz	288	„
„	Fichtenholz	305	„
„	Pappelholz	219	„

Man erhält die von einem Kubikmeter Holz entwickelte Wärmemenge, wenn man das zugehörige Gewicht mit 2540 (das sind die von 1 Kilogramm entwickelten Wärme-Einheiten) multiplicirt. Darnach kann man sich leicht die zu einem bestimmten Heizzweck nöthige Holzmasse berechnen. Z. B. Wie viel Buchenholz ist nöthig, um 80 Hektoliter Brunnenwasser von 12° bis zum Sieden zu erhitzen? — Jedes Kilogramm Wasser von 12° bedarf zu dem Ende noch 100 — 12, also 88 Wärme-Einheiten. 80 Hektoliter wiegen 8000 Kilogramm und verlangen also 8000 × 88 = 704,000 Wärme-Einheiten. — 1 Kubikmeter Buchenholz wiegt 400 Kilogramm und entwickelt demnach

2540 × 400 = 1,016,000 Wärme-Einheiten. Folglich sind zur Beschaffung von 704,000 Wärme-Einheiten nothwendig $\frac{704}{1016}$ d. h. ungefähr 0.7 Kubikmeter Buchenholz.

Da man aber auch bei den bestkonstruirten Kesselfeuerungen immer nur auf $^2/_3$ des Heizeffekts rechnen kann, so hat man zur Deckung dieser unvermeidlichen Verluste noch die Hälfte der berechneten Brennstoffmenge zuzuschlagen und erhält also 1 Kubikmeter.

§. 5.

Torf.

Der Aschengehalt des Torfs ist so verschieden, daß man schon nicht mehr von einer durchschnittlichen Heizkraft der trocknen Torfmasse sprechen kann, — das ist bei Braun- und Steinkohlen ebenwol nicht thunlich. Was aber der Anwendung des Torfs als Brennstoff bis in die neueste Zeit besonders entgegentrat, das ist der große Wassergehalt des lufttrocknen Torfs, — die meisten Torfarten halten dieses Wasser sehr hartnäckig zurück und führen dadurch Wärmeverluste herbei.

Es war deshalb ein großer Fortschritt zur Ausbeutung dieses so ungeheuer verbreiteten Brennmaterials, daß man auf die Veredlung desselben durch Verdichtung Bedacht nahm; — so entstand der gepreßte Torf, Preßtorf. Der Torf aus dem Kolbermoor bei Rosenheim in Südbayern z. B. wird durch das Pressen fünfmal dichter. Das Kubikmeter dieses Preßtorfes wiegt 610 bis 710 Kilogramm und es steht dieser Brennstoff in Bezug auf seine Dichtigkeit der Steinkohle nicht viel nach. Der Wassergehalt des lufttrocknen Preßtorfes ist nun bis auf $15^1/_2$ Procent herabgegangen, ist also geringer als beim lufttrocknen Holze.

Die große Lockerheit der meisten Torfsorten war ebenwol ein Haupthinderniß für die Verwendung desselben in den technischen Etablissements. Man mußte zur Erzielung des nöthigen Heizeffektes dem Feuerraum eine ungebührliche Größe geben und fiel dadurch wieder allen den hiermit verknüpften Wärmeverlusten anheim, wohin namentlich der Zutritt von zuviel Luft gehört (s. §. 215). Mit der Einführung des Preßtorfs sind wir über diesen Mißstand hinweggekommen und vermögen jetzt auch im kleinsten Feuerraume einen angemessenen Hitzegrad zu erzeugen.

Was aber dem Preßtorf gegenüber den Steinkohlen einen ganz besondern Werth verleiht, ist der Umstand, daß er frei ist von Schwefel, der sich beim Verbrennen verflüchtigt und die Kesselflächen (Kupfer sowie Eisen) ärger benagt als der Zahn der Zeit. Wer mit Steinkohlen gearbeitet hat, wird von diesem bösen Gaste zu erzählen wissen.

In Anbetracht all dieser Vorzüge ist der weitern Verbreitung des Torfpressens recht rascher Fortgang zu wünschen, wozu die Bierbrauer in den torfreichen Gegenden viel mitwirken könnten und müßten. Im Norden Deutschlands liegen große Strecken Torfmoore fast unbenutzt oder ihre Ausbeutung entspricht doch bei weitem nicht dem Umfange der Moore, zumal der Torf in steter Wiedererzeugung begriffen ist.

§. 6.

Braunkohle.

Bei diesem Brennstoff fällt der Wasser-Gehalt weniger ins Gewicht, weil die bessern Braunkohlen nur wenig Feuchtigkeit bieten und selbst die schlechtesten Kohlensorten schnell abtrocknen. Der Aschengehalt aber ist ziemlich verschieden, — da bieten z. B. die Pechkohlen nur etwa 1½ Procent, die erdigen Braunkohlen aber über 30 Procent Asche. Da geht man also immer am besten, wenn man den Aschengehalt einer trocknen Braunkohle ermittelt, um verschiedene Kohlen auf ihren Heizwerth vergleichen zu können.

Außerdem ist bei den erdigen Braunkohlen (dem „Kohlenklein") zu bemerken, daß sie zum großen Theil unverbrannt durch den Rost fallen. Die Aufgabe muß also sein, die gesammte dem Rost überlieferte Brennstoff-Masse auch zur Verbrennung zu bringen. Wie ist das zu machen? —

Man hat dem Braunkohlenklein ein Klebmittel (Theer) zugesetzt und die Masse dann in Formen gepreßt, — die Resultate sind recht gut. Noch andere Wege hat man eingeschlagen, um eine dichte Masse aus dem Braunkohlenklein zu gewinnen. Allein solche veredelte Braunkohle wird der Brauer wol selten haben können, während ihm erdige Braunkohle massenhaft zu Gebote steht und ihm die Operation des Zusammenkittens der pulvrigen Masse zu weitschweifig ist. Wir werden auch später Heizvorrichtungen kennen lernen, in denen solch erdige Braunkohle auch ohne Präparation und ohne Verlust zu ver-

wenden ist (s. Etagenrost §. 12); indessen darf man nicht darauf rechnen, daß solche Feuerungs-Umwandlungen rasch Boden greifen. Und weil man dennoch auch den zaghaftern Fortschrittsmännern unter die Arme greifen muß, so diene ihnen folgender Weg zur Verbrennung erdiger Braunkohle auf einem ebnen Rost.

Das Kohlenklein wird mit etwa $1/6$ einer gut backenden (s. §. 7) Steinkohle, die ebenfalls ganz pulvrig sein kann, gut vermischt und dafür gesorgt, daß die nachzuschiebenden Kohlenmassen vor dem Rost aufgethürmt und genügend vorgeheizt werden, ehe sie als Ersatz des abgebrannten Brennstoffs auf den Rost gelangen, — die Steinkohlen bilden dabei einen hinreichenden Kitt, um die Braunkohlen vor dem Durchfallen durch den Rost zu schützen.

§. 7.

Steinkohle.

Die Steinkohlen sind — mit wenigen Ausnahmen — dadurch charakterisirt, daß sie beim Erhitzen zusammenbacken und nach dem Abbrennen eine Schlacke hinterlassen, welche die Zwischenräume der Roststäbe leicht verstopft und den Zutritt der Luft absperrt. Die erste Aufgabe des Heizers einer Steinkohlenfeuerung ist, immer dafür zu sorgen, daß der Luftzutritt nicht gestört wird, also die Schlacken zu entfernen und die zusammenbackenden Steinkohlen recht oft zu durchbrechen. Fehlt es am Luftzutritt, so entwickelt die Steinkohle viel Gas, welches gar nicht oder unvollkommen verbrannt wird, und der Verlust an Brennstoff liegt auf der Hand.

Die Steinkohle entzündet sich langsam. Man pflegt deshalb zur Beschleunigung der Entzündung die Steinkohlen mit Wasser benetzt auf den Rost zu bringen, das Wasser verdampft rasch, der sehr leichte Wasserdampf wird durch eine um so größere Luftmasse in den Schornstein gedrückt und dadurch wird die Hitze im Feuerraum augenblicklich gesteigert. Glaubt man aber dadurch einen größern Heizeffekt erzielt zu haben, so ist man im gröbsten Irrthum befangen, — das Wasser im Brennstoff ist stets ein Räuber für die entwickelten Wärmemengen. Benetzt man die Kohlen nicht, so brennen sie allerdings langsamer an, allein die entwickelten Wärmemengen kommen der Operation unverkürzt zu Gute.

Die schwierige Entzündbarkeit der Steinkohle bedingt auch in

Fällen, wo es auf eine rasche Hitzentwicklung ankommt, eine der gewöhnlichen Praxis entgegengesetzte Heizmanier. Gewöhnlich schiebt der Heizer (bei ebenen Rosten) die Kohlenglut von der vordern Hälfte des Rostes nach hinten und wirft dann den frischen Brennstoff vorne vor, wo er sich allmälig entzündet und die dann entwickelten Gase Gelegenheit haben, beim Hinstreichen über die glühende Brennstoffmasse bei hinreichendem Luftzutritt zu verbrennen. Soll aber für eine schnelle Entzündung des Brennstoffs gesorgt werden, so zieht man die Feuerglut nach vorn und wirft den frischen Brennstoff dahinter. Diese Praxis bietet auch Gelegenheit zur leichten Entfernung der Schlacken.

Von den Aschengehalten der Steinkohlen und den dadurch herbeigeführten Brennstoff-Verlusten war bereits früher die Rede.

Da die Steinkohlen (ebenso wie die Braunkohlen) dem Maaße nach verkauft werden, so dürfen hier einige dahin gehörige Erfahrungen nicht unerwähnt bleiben. E. Hartig hat auf die große Unsicherheit beim Kohlenmessen überhaupt aufmerksam gemacht. Bei dem unparteiischsten Messen und Wägen von mehr als 25 Scheffeln mehrerer sächsischen Kohlensorten ergab sich, daß die Abweichungen (geringstes und größtes Gewicht) vom mittlern Gewicht eines Scheffels bei derselben Sorte Kohlen in großen Stücken durchschnittlich 35 Procent, bei Kohlen in kleinen Stücken 16 Procent betrugen. Das sind Zahlen, welche der allgemeinen Einführung des Wägens das Wort laut genug reden. Gegen das Wägen hat man eingeworfen, daß dadurch dem betrüglichen Annetzen der Kohlen mit Wasser in die Arme gearbeitet würde; — Hartig weist aber nach, daß die hierdurch überhaupt mögliche Benachtheiligung des Käufers noch nicht $^1/_6$ der beim Messen in großen Stücken und noch nicht $^1/_3$ der bei kleinen Stücken möglichen unabsichtlichen Abweichung vom Sollquantum beträgt.

Aus den Hartig'schen Versuchen ergab sich ferner, daß das durchschnittliche Gewicht eines Scheffels Kohle in großen Stücken weniger beträgt, als das eines solchen in kleinen Stücken. Es würde hiernach 1 Hektoliter dicke Kohlen durchschnittlich 77 Kilogramm, kleine Kohlen 88 Kilogramm wiegen.

§. 8.
Koks und Torfkohle.

Die Rückstände der Verkohlung der Steinkohle — die Koks — haben in den Brauereien längst Anwendung gefunden beim Darren des Malzes auf Rauchdarren.

In Gegenden, die mit Torf gesegnet sind, sollte man auch die Erzeugung einer Torfkohle nicht aus dem Auge lassen, weil der Torf in Feuerherden von mangelhafter Konstruktion stets unter Verbreitung eines sehr übeln Geruches verbrennt, — weil ferner das Darrmalz sehr geneigt ist, solche übelriechenden Gase aufzunehmen, und (weil sehr schwer zu verflüchtigende Oele die Träger des Geruchs sind) denselben auch den Würzen mittheilt; — endlich weil man die Torfkohle auch auf den mit Vortheil arbeitenden Rauchdarren zur Anwendung bringen kann. Ueberhaupt bieten die verkohlten, nicht flammenden Brennstoffe für die Beheizung der Darren (namentlich der unvollkommneren, einfachen) den Vortheil einer viel gleichmäßigern Hitze, — stark flammende Brennstoffe haben bei einfachen Darren schon häufig Glasmalz zur Welt gebracht.

Am Starnberger See in Bayern wird Torfkohle fabricirt, welche fast das doppelte Gewicht der Holzkohle hat, — sie ist klingend hart und fest und enthält nur 2 bis $2^1/_2$ Procent Asche. 1 Gramm dieser Kohle lieferte bei der Berthier'schen Probe $27^1/_2$ Gramm Blei, — 1 Kilogramm derselben entwickelt also (nach §. 213) 6340 W.-E.

§. 9.
Heizgas.

Alle unsere Feuerungen mit gewöhnlichen Brennstoffen sind mit einem unvermeidlichen Fehler behaftet, — der Zutritt der Luft zum Brennstoff muß durch Aufopferung einer gewissen Menge Brennstoff erkauft werden. Die Luft im Schornstein muß erwärmt werden, wodurch sie leichter und von der äußern kalten Luft emporgedrückt wird, welche letztere dann im Vorbeistreichen mit dem glühenden Brennstoff in Berührung kommt und den Verbrennungsprozeß herbeiführt. Auf diese Weise gehen — selbst wenn man alle mögliche Rücksicht nimmt auf Wiedergewinnung des Wärmestoffs im Schornstein — fast 30 % der producirten Wärme verloren. Dieser Verlust wird zum großen Theil vermieden durch die Gasfeuerung.

Wir können die Verbrennung unserer Brennstoffe in zwei Perioden abtheilen, — zu Anfang haben wir eine lebhafte Gasentwickelung und deshalb Flammenbildung (§. 219). Läßt die Flamme nach, so brennt die rückständige Kohle ohne Flamme weiter, bis sie verzehrt ist. Die Flamme in unsern Heizapparaten leuchtet stets und sie leuchtet um so heller, je höher die Temperatur im Feuerraume ist. Was da aber in der Flamme leuchtet, das ist glühender Kohlenstoff, der noch unverbrannt ist und der — wenn er vor der vollständigen Verbrennung Gelegenheit hat zur Abkühlung — sich als Rauch oder Ruß bemerklich macht; solch unverbrannter Kohlenstoff aber ist offenbar ein Brennstoffverlust.

Diesem Verlust zu begegnen ist eine von den Aufgaben der Gasfeuerung.

Die Gasfeuerung wird in der Weise eingerichtet, daß der Brennstoff in einem eigenthümlich konstruirten Apparate (dem Gasgenerator) zum großen Theil in Heizgas verwandelt werden kann, — das erzeugte Heizgas wird dann in den Verbrennungsraum geleitet, wo es mit soviel Luft (nicht mehr und nicht weniger!) vermischt und verbrannt wird, daß die Flamme nicht mehr leuchtet, also keinen unverbrannten Kohlenstoff mehr enthält. Eines Schornsteins für den Abzug der Gase bedarf es nicht, — man kann dieselben allenfalls direkt in den Kanal einer Rauchdarre strömen lassen. Die rückständige Kohle im Generator kann für sich wieder vortheilhafter verbrannt werden, als das flammende Brennmaterial.

Man sieht, daß die Gasfeuerung die vollkommenste Art der Verbrennung ist. Sie gestattet aber auch noch weitere ökonomische Vortheile, welche zum Theil gerade den Zwecken der Bierbrauerei sehr zu Hülfe kommen.

Der Brauer — namentlich der Dickmaischbrauer — ist oft in der Lage, sein Feuer unterbrechen zu müssen. Jede Unterbrechung aber hat eine Abkühlung des Feuerraumes zur Folge. Diese Abkühlung ist — gegenüber der Gasfeuerung — um so größer, weil der Heizraum zugleich der Verbrennungsraum ist und viel größer sein muß, als bei der Gasfeuerung nothwendig ist. Ferner: während der Unterbrechung pflegt man meistens das Feuer zu „decken" — d. h. mit frischem Brennstoff zu überschütten — wobei eine theilweise Destillation durch die Kohlenglut eintritt und Brennstoffverlust hervorruft.

Eine den Bedürfnissen der Brauerei angepaßte Gasheizung hilft uns über alle diese Widerwärtigkeiten hinweg. Ob dieselbe in irgend einer Brauerei Deutschlands bereits zur Anwendung gekommen ist, weiß ich nicht. Es ist so schwer, die Praktiker zum Fortschritt in der Pyrotechnik zu bringen, selbst wenn der Vortheil sich in Zahlen nachweisen ließe. Ein um die Fortentwicklung der Gasfeuerung verdienter Pyrotechniker, Chr. Schinz in Offenburg (Großherz. Baden), hat bei Glasofen bis zu 66 Procent Brennstoff vermittelst der Gasfeuerung erspart! Es ist Sache der Bierbrauer, sich ebenwol in den Besitz ähnlicher Vortheile zu setzen. Und Herr Schinz, der solche Bauten übernimmt, wird ihnen gern dazu behülflich sein.

Es ist sicher, daß die Gasfeuerung alle andern Heizungen aus den Brauereien verdrängen wird, sobald nur in einigen größern Brauereien zur Anwendung derselben geschritten ist.

Vorläufig aber, wo wir noch auf die Verwendung der Brennstoffe in der herkömmlichen Form angewiesen sind, müssen wir uns die dermaligen Einrichtungen ansehen im

Zweiten Abschnitt.

Feuerherde.

Der Rost

ist die Unterlage des Brennstoffs. Die erste Frage bei der Einrichtung einer Feuerung wird immer sein: „Welche Größe muß der Rost haben?“ —

§. 10.

Die Beantwortung derselben findet ihren Ausgangspunkt in der Wärmemenge, welche der Feuerraum in einer gegebenen Zeit liefern soll. Wir werden später die Anhaltspunkte kennen lernen, nach denen der Bedarf an Wärme für bestimmte Brauzwecke bemessen wird. Beispielshalber wollen wir eine Pfanne annehmen, welcher jede Stunde 250,000 Wärme-Einheiten zugeführt werden sollen. Um diese Wärmemenge zu erzeugen, sind

begreiflicher Weise sehr verschiedene Brennstoffmengen nöthig, je nach der Art des Brennstoffs, — ob Holz, Kohle, Torf 2c. Diese Menge des Brennstoffs muß man mit Hülfe der Berthier'schen Methode ermitteln; das berechnete Quantum muß aber (wegen der unvermeidlichen Wärmeverluste, die zu $^1/_3$ der producirten Wärme veranschlagt werden können) mit 1.5 multiplicirt werden und dieser Bedarf wird nun auf dem Roste einquartiert. Dabei ist dann zu beobachten, daß diese Brennstoffmenge auf dem Roste nicht allein den genügenden Raum hat, sondern auch in einer Stunde verbrennen muß, ohne zu viel oder zu wenig Luft durch die „freie Rostfläche" (d. h. die Zwischenräume zwischen den Stäben) zutreten zu lassen.

Zur Erzeugung der 250,000 Wärme-Einheiten hätten wir der Rechnung nach bedurft

96	Kilogramm	Buchenholz oder
200	"	Torf (schlechte Qualität) oder
42	"	Steinkohle oder
38	"	Kokes oder
62	"	Braunkohle.

Diese Werthe werden wegen der Wärmeverluste erhöht auf 144 Kilogramm Holz oder 300 Kilogramm Torf oder 63 Kilogramm Steinkohle oder 57 Kilogramm Kokes oder 93 Kilogramm Braunkohle.

Um darnach die Größe der Rostfläche zu finden, nehmen wir die Steinkohle als Ausgangspunkt. Es steht erfahrungsmäßig fest, daß zur Verdampfung von 9 Kubikdecimeter (oder 9 Kilogramm) Wasser — also zur Produktion von $9 \times 550 =$ etwa 5000 Wärme-Einheiten — 1 Quadratdecimeter Rostfläche erforderlich ist. Bei diesem Verhältniß kommt die Kohle in einer angemessen dicken Schicht auf den Rost zu liegen. Wenden wir diese Bestimmung auf unsern obigen Fall an, so muß der Rost $\frac{250000}{5000} = 50$ Quadratdecimeter groß sein, um den 63 Kilogrammen Steinkohle, wenn solche durchschnittlich 8 Centimeter hoch liegen, in zwei Füllungen Platz zu gewähren.

Bei einem solchen Rost muß die Summe der Oeffnungen zwischen den Roststäben, die sogenannte „freie" Rostfläche, wenigstens $^1/_4$ der ganzen Rostfläche betragen.

Im Allgemeinen würde sich nun die Größe der Rostflächen für die übrigen Brennstoffe nach dem Raum, welchen diese Brennstoffe einnehmen, bemessen lassen. Bei der gewöhnlichen Art aber, den

Rost aus Stäben mit Köpfen, welche die Zwischenräume herbeiführen, zusammenzusetzen, würde jede Vergrößerung der ganzen Rostfläche auch eine Vermehrung der freien Rostfläche herbeiführen, es würde also auch mehr Luft zutreten als vorher. Jede Luftmenge aber, die nicht zur Verbrennung dient, bedingt einen Wärmeverlust (§. 215). Erinnern wir uns nun, daß die durch den Verbrennungsprozeß producirte Wärmemenge im Verhältniß steht zu der verbrauchten Luft (§. 212), — und daß wir bei der Ermittelung unseres Rostflächen-Bedarfs von der zu unserm Zweck nothwendigen Wärmemenge ausgingen: so ist es klar, daß zur Erzeugung dieser Wärmemenge eine ganz bestimmte Sauerstoff- (oder Luft-) Menge erforderlich ist, — daß sich diese Menge für alle Brennstoffe gleich bleibt, mögen sie auch in verschiedenen Mengen zur Verwendung kommen, — und daß also die freie Rostfläche bei den verschiedensten Brennstoffen dieselbe sein müßte.

Wir haben aber die Steinkohle als Ausgangspunkt genommen, wobei eine gewisse Rostgröße durch Erfahrung als die vortheilhafteste festgestellt war. Die Steinkohle hat bekanntlich die Eigenthümlichkeit, beim Erhitzen zu erweichen und an den Roststäben anzukleben, wodurch die freie Rostfläche vermindert wird; — ebenso auch liefert die Steinkohle eine schlackige Asche, die den Rost stark verunreinigt. Der Rost mußte also, um diese Nachtheile zu besiegen, größer genommen werden, als er bei frei bleibenden Zwischenräumen der Roststäbe hätte sein dürfen. Das ist der Grund, weshalb wir bei den Brennstoffen, welche die gerügten Uebelstände nicht haben (Holz, Torf, Braunkohle), die Rostfläche verkleinern müssen, um den gleichen Heizeffekt zu erzielen, — oder wir nehmen (bei gleich großer Rostfläche) breitere Stäbe, um weniger freie Rostfläche zu bekommen.

Bei der Verkleinerung des Rostes für die voluminösen Brennstoffe (Holz und Torf) kommt uns sehr zu Statten, daß dieselben in dickern Schichten auf den Rost gebracht werden können, ohne den Luftzutritt zu hemmen, — daß sie rascher abbrennen als Steinkohle und daß deshalb auch die einzelnen Brennmaterial-Portionen kleiner werden.

Aus allen diesen Gründen giebt man dem Holz und guten Torf nur den dritten Theil der freien Rostfläche, welche die Steinkohle für gleiche Wärme-Entwickelung beansprucht hätte. Ist der Torf sehr aschenreich, so verstopft er die Zwischenräume sehr, und es ist

deshalb nothwendig, ihm fast dieselbe Rostfläche zu bewilligen, wie den Steinkohlen. — Ebenso verhält es sich mit den Braunkohlen, der Aschengehalt derselben giebt den Ausschlag für die Größe des Rostes.

Man sieht, daß alle diese Bestimmungen noch mit einer großen Unsicherheit behaftet sind. Was hilft es, wenn man zur Berechnung der Rostflächengröße mathematische Formeln aufstellt, — man ist in der Durchführung hintennach von soviel Zufälligkeiten (zu denen namentlich auch der Fleiß und gute Wille des Heizers gehört) abhängig, daß die Wirklichkeit der Berechnung weitaus nicht entspricht! Deshalb haben auch die obigen Angaben keinen größern Werth, als um einigen Schutz gegen ganz grobe Mißgriffe (denen man namentlich in den Brauhäusern oft genug begegnet) zu bieten. Bessere Heizvorrichtungen werden wir alsbald kennen lernen.

§. 11.

Ein Hauptübelstand der Heizung mit gewöhnlichen Rosten liegt darin, daß jedesmal beim Aufgeben von frischem Brennmaterial eine Erniedrigung der Temperatur des Feuerraumes stattfindet, sowol durch das Aufbringen des kalten Brennstoffs als durch Einströmen einer übergroßen Menge kalter Luft; — wir wissen aus §. 214, daß solche der vollständigen Verbrennung Eintrag thut und daß deshalb eine Portion Kohlenstoff unverbrannt bleibt und zur Rauchbildung Veranlassung giebt.

Man hat dahin gearbeitet, zunächst diese Abkühlung des Feuerraumes zu vermeiden und somit auch den Rauch (den unverbrannten und doch leicht verbrennlichen Kohlenstoff) ebenfalls zur Wärme-Entwickelung zu zwingen.

Der zuerst betretene Weg war folgender. Man theilte den Feuerraum in zwei, durch eine senkrechte gußeiserne Platte getrennte Theile mit gesonderten Thüren, die abwechselnd mit frischem Brennstoff beschickt wurden. War auf der einen Hälfte des „Doppelrostes" das Feuer in voller Glut, so wurde auf der andern Hälfte frischer Brennstoff aufgegeben. Die Abkühlung des Feuerraumes war möglichst vermieden und damit auch die Rauchbildung. Gall, der diese Doppelroste zuerst empfohlen hat, dehnte das denselben zu Grunde liegende Prinzip noch weiter aus, — er theilte den Rost in vier Theile, um bei regelmäßig abwechselnder Beschickung die Abkühlung

des Feuerraumes auf ein Minimum zurückzuführen und den Heizer an die gleichmäßig wechselnde Beschickung des Rostes zu gewöhnen.

Dieser letztere Umstand, die Trägheit der Heizer, war auch eine Haupttriebfeder zur Erfindung der Treppenroste, — außerdem wollte man vermittelst derselben auch die kleinsten Kohlenstückchen vollständig verwerthen.

Der Treppenrost — bei welchem die plattenförmigen Unterlagen der Kohlen treppenartig übereinander liegen, so daß das oben aufgegebene Brennmaterial allmälig bis auf der untersten Stufe des Rostes anlangt und während dieser Wanderschaft der von hinten zwischen den Platten hindurch eintretenden Luft ausgesetzt war — gewährt allerdings eine ununterbrochene Speisung des Feuers, ohne die Heizthür zu öffnen, — die Abkühlung des Feuerraumes durch eindringende kalte Luft ist vollständig beseitigt und die Rauchbildung ist sehr vermindert. Allein namentlich die Schwierigkeiten bei der Benutzung zusammenbackender Steinkohlen haben der allgemeinen Einführung des Treppenrostes Eintrag gethan und er wird durch die Vorzüge des neuerdings erfundenen Etagenrostes vollends verdrängt.

§. 12

Bei diesem Etagenroste kommt noch ein anderes, auch in andern Apparaten mehrfach und zwar immer mit dem besten Erfolge durchgeführtes Prinzip zur Anwendung. Es ist die vollständige Rauchverbrennung vermittelst Zuführung des Brennmaterials von unten.

Zum Verständniß dieses Prinzips muß man sich erinnern, daß die Brennstoffe zu Anfang der Erhitzung (s. §. 210) ein mit rußender Flamme brennendes Gas entwickeln. Um die Rußbildung zu verhüten, bedarf es der Zuführung einer angemessenen Menge Luft, — und um die Verbrennung recht vollständig zu machen, muß die zugeführte Luft mit den aus dem Brennstoff entwickelten Gasen recht innig gemischt werden. Liegt nun der nachzuführende Brennstoff unter dem bereits im Brand befindlichen, so tritt die atmosphärische Luft in feinen Strahlen zu den eben entstandenen Kohlenwasserstoffgasen und verbrennt sie, ohne daß Ruß oder Rauch entsteht.

Die dem Herrn Eugen Langen zu Köln für das Inland und Ausland unter der Bezeichnung „Etagenrost“ patentirte neue Rostfeuerung unterscheidet sich nun von den bisher üblichen Feuerungs-

Vorrichtungen hauptsächlich dadurch, daß bei ihr das frische Brennmaterial nicht wie bei dem liegenden Rost auf die brennende Kohlenschicht, sondern unter derselben auf den Rost eingeführt wird.

Der vielfach angewandte Treppenrost erfüllt die Bedingungen einer vollständigen rauchfreien Verbrennung nicht, abgesehen von der praktischen Unbrauchbarkeit desselben für backende Steinkohlen.

Zur Verwirklichung des vorerwähnten Princips ist der unter einem Winkel von etwa 28 Grad geneigt liegende Rost in mehrere Etagen getheilt, derart, daß zwischen jeder Etage in der ganzen Breite des Rostes ein freier Raum von ca. 1 Decimeter Höhe bleibt, durch welchen die frische Kohle auf den Rost geschoben wird. Der Natur der Einrichtung nach erfolgt also die Entzündung des Brennmaterials von oben nach unten. Die Destillation der Gase geht daher kontinuirlich unter stetem Luftzutritt von unten vor sich, und dieses Gemisch von Gas und Luft ist gezwungen, durch die darüber liegende glühende Kohlenschicht zu streichen, wo es die zu einer vollständigen Verbrennung erforderliche Temperatur vorfindet.

Es sind somit alle Bedingungen zu einer vollständigen und in Folge dessen rauchlosen Verbrennung in sehr einfacher Weise und ohne Hülfe jeder mechanischen Vorrichtung erfüllt.

Bei jedesmaliger Beschickung gewinnt begreiflich das Feuer an Lebhaftigkeit, indem während des Vorschiebens der frischen Kohle das darüber liegende Brennmaterial gelockert und der Verbrennung daher neue Flächen dargeboten werden. Die Leistungsfähigkeit der Dampfkessel wird mithin bei Anwendung von Etagenrosten gesteigert und hat die Erhöhung derselben in vielen Fällen 20 Procent und mehr betragen.

Es ist bei Etagen-Rosten der Verlust an feiner Steinkohle, welche bei liegenden Rosten in nicht unbedeutenden Quantitäten in die Asche fällt, vollständig beseitigt, indem die etwa von der obersten Etage durchfallende feine Kohle auf der zweiten Etage, die etwa von dieser Etage durchgefallene Kohle auf der dritten Etage eingeführt wird.

Während bei horizontalen Rosten die eintretende kalte Luft während der Beschickung die Verbrennung stört und den Feuerraum abkühlt, findet beim Etagenrost eine solche Unterbrechung und ein ungebührlicher Zutritt von kalter Luft nie statt, weil keine Thüren vorhanden und zu öffnen sind. Unmittelbar auf der Rostfläche befindet sich nur frische Kohle, welche den Rost kühl hält und denselben vor Abnutzung und Verschlackung schützt.

Die Einrichtung des Rostes selbst ist aus Fig. 1 und 2 ersichtlich. Fig. 1 ist die vordere Ansicht desselben, Fig. 2 ist ein Längendurchschnitt durch die Mittellinie des Feuers.

Zwei Wangen- oder Seitenplatten b, b begrenzen die Breite der Feuerung; sie stehen in der Längenrichtung des Kessels parallel neben einander und sind an ihren obern Enden durch die Kopfplatte a, und an dem unteren und nach dem Kessel zu liegenden Theil durch die beiden Rostträger c und c_1 verbunden. Das Fußende dieser Wangenplatten steht auf dem Seitengemäuer des Aschenfalls; sie sind mit horizontalen Leisten r, r, r versehen, auf welchen die zur Aufnahme von frischen Kohlen bestimmten Platten a_1, a_2, a_3 ruhen. Diese Platten sind bis dicht an die Flächen geschoben, auf welchen die Verbrennung erfolgt, und diese Verbrennungsflächen bestehen für die auf den beiden oberen Platten aufgegebenen Kohlen aus gebogenen Roststäben g, p, welche durch die auf Leisten der Seitenplatten ruhenden durchbrochenen Balken von Gußeisen c_2, c_2 getragen werden; von e bis y stützen sie sich unter die Platten a_1 und a_2. In ähnlicher Weise sind die geraden Roststäbe t der untersten Etage befestigt. Die Platten a_1, a_2, a_3 sind von oben durch die Keile o, o geschlossen, um ein Aufheben derselben zu verhüten.

In vertikalem Anschluß an die Roststäbe t der untersten Etage stehen zwei durch Rostflächen gebildete Klappenthüren s s, welche mit Hülfe der Gabel kk niedergelegt oder geschlossen werden können. Die Drehzapfen dieser Thüren ruhen auf den Angüssen i i i des Rostträgers c; zwischen diesen und dem Rostträger c_1 liegt eine horizontale Rostfläche gewöhnlicher Konstruktion, welche an ihrem hinteren Ende durch das Kesselgemäuer begrenzt wird.

Wenn man sich den Apparat in vollem Betriebe und die Rostfläche mit einer brennenden Kohlenschicht bedeckt vorstellt, so wird die Manipulation des Feuers in folgender Weise vorgenommen.

Die mit dem Spaten auf die Platte a^2 geworfenen Kohlen werden mit dem in Fig. 3 dargestellten Eisen durch die zwischen dem schrägen Rost und der Platte freigelassene länglich schmale Oeffnung geschoben; das von b bis c_2, siehe Fig. 2, liegende Brennmaterial wird verdrängt und rutscht auf der schrägen Fläche c_2 bis l; der Theil b bis c_2 wird nun mit frischer Kohle angefüllt sein. In diesem Zustande verbleibt das Feuer, bis etwa nach 20 Minuten ein aber-

maliges Nachschieben, resp. Aufbringen von frischer Kohle erforderlich wird.

Die bei dem vorigen Einschieben aufgebrachten, seit dieser Zeit zwischen b und c_2 ruhenden Kohlen haben unter dem Einfluß der darüber liegenden glühenden Schicht die am leichtesten flüchtigen Theile in Form von Gasen abgegeben und sind verkokt.

Die vorher verdrängten und zwischen c_2, l liegenden Koks sind in der Verbrennung fortgeschritten und bilden nun als stark glühende Materie die Decke für das auf der darunter liegenden Platte aufgeworfene Brennmaterial.

Bei jedesmaligem Einschieben, was auf allen drei Etagen nach einander vorgenommen werden muß, beginnt man mit dem untersten; die brennende Kohlenschicht wird durch das Vorschieben gelockert und die sich etwa festbackenden Kohlen werden gleichfalls fortbewegt und es sammeln sich die nicht brennbaren Theile in Form von Schlacken auf der untersten horizontalen Rostfläche an, von wo sie von Zeit zu Zeit durch die Klappenthüren leicht zu entfernen sind.

Die Spalten zwischen den einzelnen Roststäben bleiben ganz geöffnet und gestatten den ungehinderten Zutritt der Luft, während durch den mit heißen Schlacken gefüllten Schlackenkasten in der Nähe der Feuerbrücke eine weitere Zuführung von durch die Schlacken selbst erhitzter Luft stattfindet.

Die Verbrennung geht mit heller, aber dichter Flamme von Statten, und wiederholt angestellte Versuche haben gegen gut und zweckmäßig angelegte Feuerungen eine Brennmaterial-Ersparniß von 20 bis 28 Procent ergeben.

Die Ausführung der Etagenroste für Deutschland ist der Friedrich-Wilhelms-Hütte bei Siegburg übertragen worden, welche bereits viele Hunderte solcher Feuerungen ausgeführt und in Thätigkeit gesetzt hat. Sie haben vortheilhafte Anwendung gefunden für verschiedene Kohlen der Ruhrzechen, für Saarkohlen, sächsische, Miesbacher und englische Kohlen, so wie auch für Braunkohlen.

§. 13.

Ueber die Entfernung, in welcher der Rost von dem Kesselboden abstehen soll, hat man früher Regeln aufgestellt, welche sich als unhaltbar erwiesen haben.

Man hätte wol den geringsten Abstand, welcher zur vollkommnen Entwickelung der Flamme nothwendig ist, feststellen können.

Fig. 1.

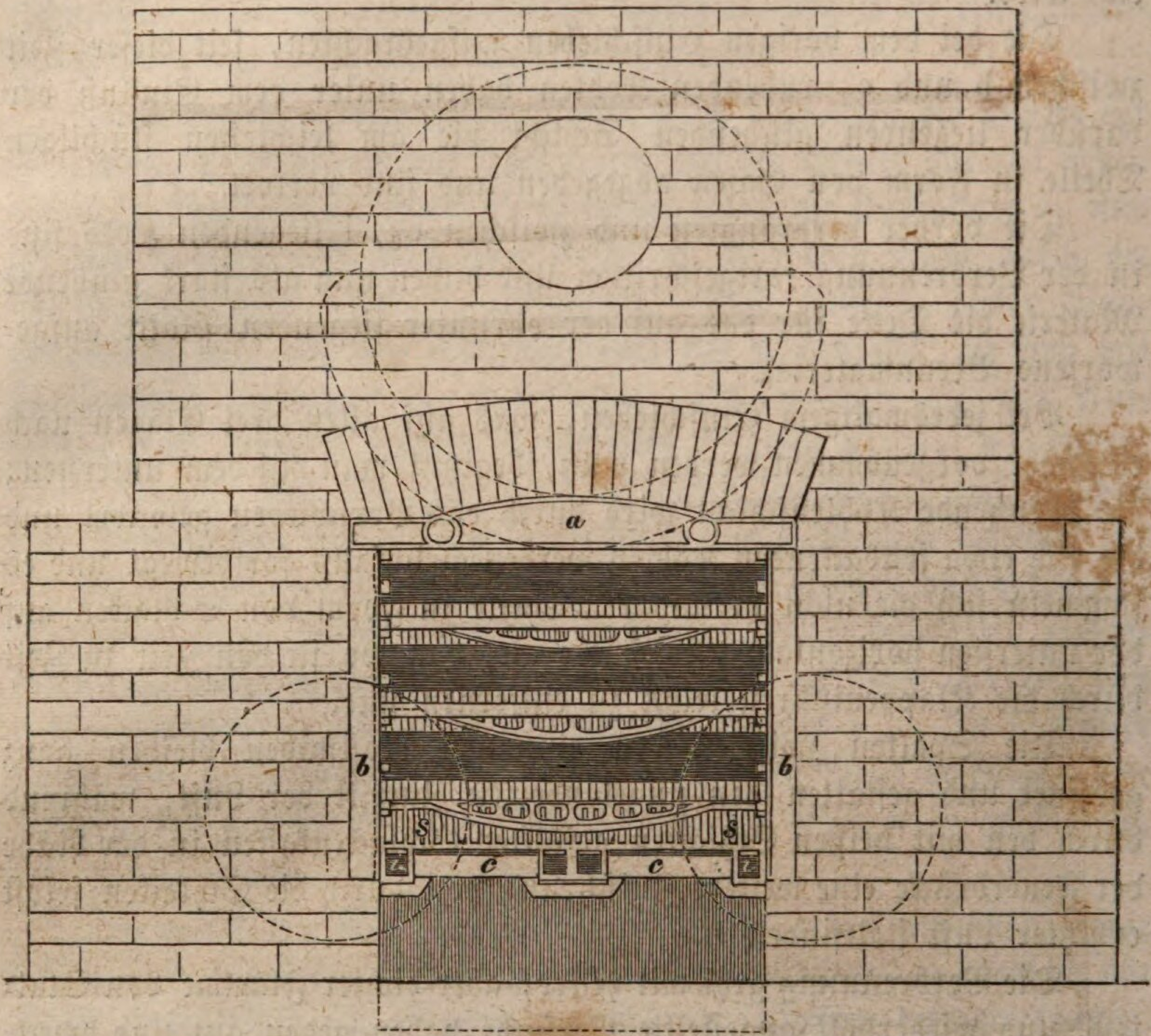




Fig. 2.

Fig. 3.

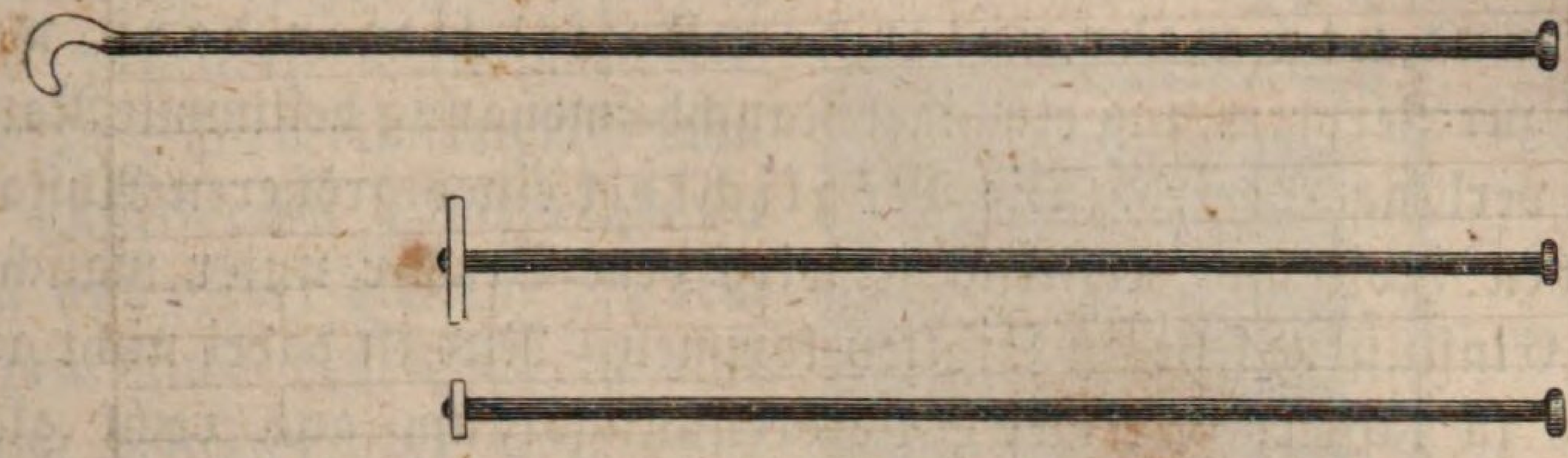
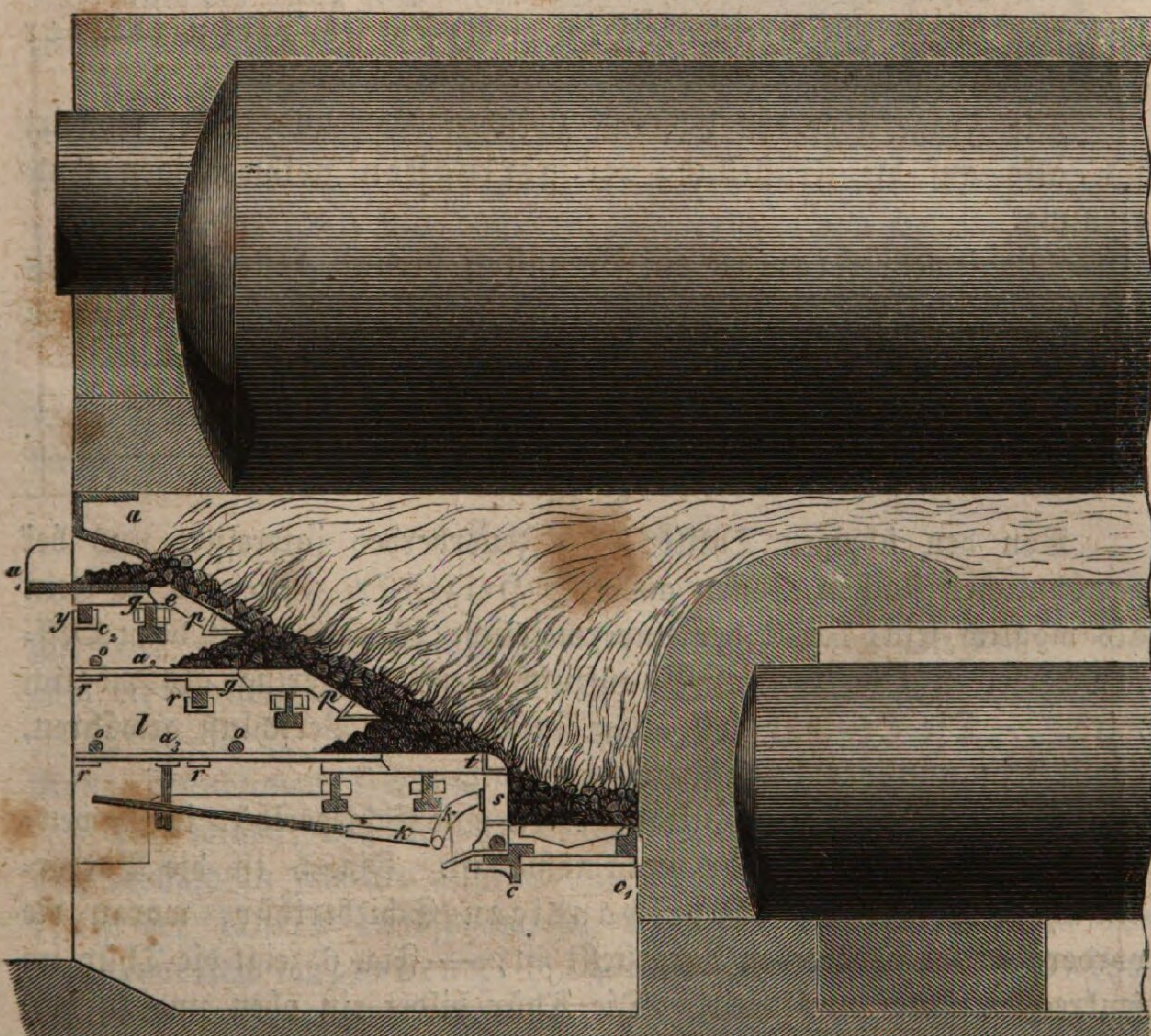


Fig. 4.



Sobald aber auch von einem Maximum des Abstandes die Rede war, entbehrte die Vorschrift jedes thatsächlichen Grundes. Dr. Gall in Trier gebührt das Verdienst der wichtigen Entdeckung, daß der Rost 3 Meter und noch mehr unter dem Kessel liegen darf, wodurch der zur Verbrennung etwaiger Rauchbeimengung bestimmte Raum bedeutend verlängert wird. Die Möglichkeit eines größeren Abstandes zwischen Rost und Kesselfläche wird dem Brauer unter manchen lokalen Einflüssen sehr zu Statten kommen. Nur ist dabei nicht aus dem Auge zu lassen, daß dieser Verbrennungsraum aus recht glatt verputzten feuerfesten Steinen hergestellt werden muß. Der „Zug" in einem solchen verlängerten Verbrennungsraume ist so lebhaft, daß der Schornstein (dem man bekanntlich zur Herbeiführung eines lebhaften Zuges eine bedeutende Höhe giebt) jetzt sehr viel niedriger gebaut werden kann.

Die Frage über den Abstand zwischen Rost und Kessel reducirt sich also auf die Feststellung der geringsten nothwendigen Entfernung.

Mit jemehr Flamme ein Brennstoff brennt, desto größer muß der Spielraum zur freien Entwickelung derselben sein. Deshalb soll die Höhe vom Rost bis zum Kesselboden mindestens betragen

bei Steinkohlen 4 Decimeter und
bei Holz 7 Decimeter.

§. 14.

Von den übrigen Theilen des Feuerherdes interessirt uns bei gewöhnlichen flachen Rosten auch die Heizthür. Sie soll so klein als möglich sein, damit der unvermeidliche Wärmeverlust beim Oeffnen derselben (um Brennstoff aufzuschütten) so gering als möglich wird. — Die Heizthür soll auch einen dichten Verschluß gewähren, damit kein unnützer Luftzutritt stattfindet.

Gall hat bei seinen Heizapparaten eine Schieberthür in Anwendung gebracht, welche sehr zweckmäßig ist. Fig. 5 ist die Vorder-Ansicht einer solchen doppelwandigen Schieberthür, woran die vordere Wand zerbrochen dargestellt ist, — Fig. 6 zeigt die Thür im senkrechten Querdurchschnitt. Die Thür bildet ein oben und zu beiden Seiten geschlossenes Gehäuse, auf dessen gußeisener Hinterwand a die vordere aus Eisenblech gebildete Wand b mit Nieten befestigt ist. Die Hinterwand oben mit vielen Löchern von etwa 6 Millimetern Durchmesser versehen, durch welche die unten in das Gehäuse (wie

der Pfeil andeutet) eintretende Luft erhitzt wird und mit vermehrter Geschwindigkeit, über der Brennmaterial-Schicht, in den Feuerraum strömt und da zur Verbrennung der rußenden Gase mitwirkt. Solche Schieberthüren läßt man in gußeisernen Schieberahmen auf und nieder gleiten. An dem obern Ende der Thür ist eine Kette befestigt, die über eine Rolle gelegt wird und deren anderes Ende ein Gegengewicht trägt, um die Thür leicht aufziehen zu können.

Fig. 5.

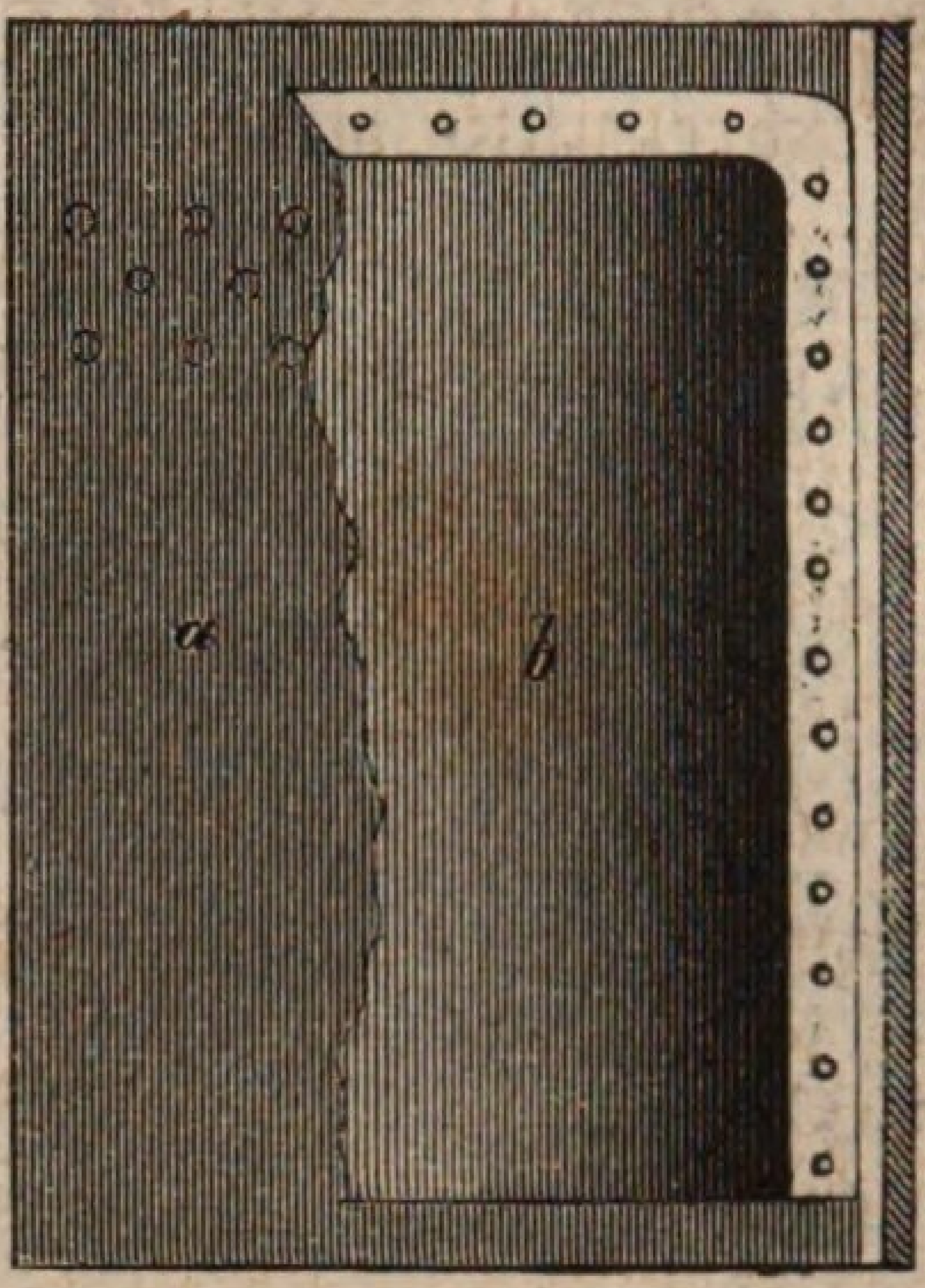
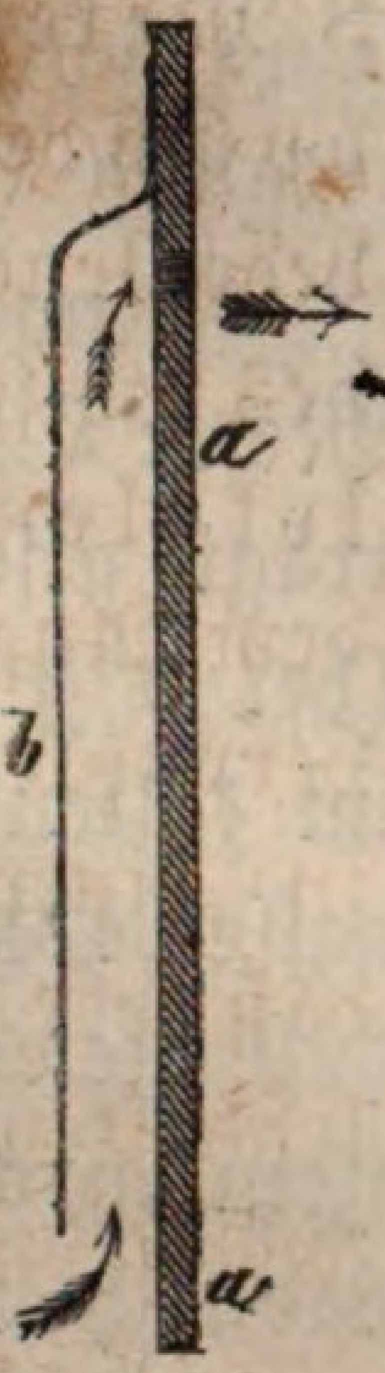


Fig. 6.



Bei der Aschenthür ist ebenfalls für einen dichten Verschluß zu sorgen, um den Luftzutritt absperren zu können. Der Aschenraum muß so groß sein, daß er nicht früher als alle 24 Stunden ausgeleert zu werden braucht, damit die von der heißen Asche ausstrahlende Wärme dem Feuerraume noch zu Gute kommt.

Die übrige Einrichtung des Feuerraums kann erst besprochen werden, wo es sich um die bestmögliche Ausnutzung der Wärme handelt.

Der Schornstein

§. 15.

hat zwei verschiedene Aufgaben, — er bildet erstens den Abflußkanal für die verbrannten Gase und zweitens soll er den erforderlichen „Zug" — d. h. die Zuströmung der zur Verbrennung des auf dem Roste befindlichen Brennstoffs erforderlichen Luft — herbeiführen.

Wir wissen, daß die Gase durch Erwärmen leichter werden und daß deshalb in mit der äußern Luft verkehrenden Räumen der Zufluß der kältern atmosphärischen Luft die wärmere Luft in den Heizapparaten empordrückt (s. §. 74). Je größer der Unterschied der Temperaturen ist, um so rascher dringt die atmosphärische Luft nach, — um so größer also der „Zug". Deshalb wird durch eine hohe Temperatur im Verbrennungsraume schon der Zug bedeutend befördert. Allein auch bei geringern Temperatur-Unterschieden findet die Schnelligkeit des Zugs ihren Ausdruck in dem

Unterschied der Gewichte der erhitzten Luftsäule im Schornstein und einer gleich großen Säule der äußern, kältern Luft. Die Luft im Schornstein ist durch die Wärme ausgedehnt, also leichter geworden. Das physikalische Gesetz, nach welchem die dadurch eintretende Bewegung erfolgt, ist folgendes.

Angenommen, wir hätten einen Schornstein von 0.09 Quadrat-Meter Querschnitt und 15 Metern Höhe, — der Inhalt desselben beträgt also $15 \times 0.09 = 1.35$ Kubikmeter. Da 1 Kubikmeter Luft (bei 0^0) 1.3 Kilogramm wiegt, so beläuft sich das Gewicht der Luft im kalten Schornstein auf 1.755 Kilogramm; — die äußere Luft hat dasselbe Gewicht, — das Gleichgewicht ist nicht gestört und herrscht deshalb die vollständigste Ruhe. Ist nun die Temperatur der Luft im Schornstein durch Erwärmen auf 300^0 gestiegen, so ist — da jedes Kubikmeter dadurch um $300 \times 0.003665 = 1.0995$ Kubikmeter ausgedehnt wird — der Inhalt des Schornsteins zu 2.834 Kubikmetern angewachsen; es müssen mithin 2.834 weniger $1.35 = 1.484$ Kubikmeter Luft entweichen und der rückständige Inhalt im Schornstein wiegt in gleichem Verhältnisse weniger; die 1.35 Kubikmeter heißer Luft im Schornstein wiegen nur noch $\frac{1.35 \times 1.775}{2.834} = 0.836$ Kilogramm, also 0.819 Kilogramm weniger als vorher. Mit dieser Gewichtsdifferenz drückt die äußere kalte Luft auf die im Schornstein befindliche heiße Luft und treibt sie hinaus. Die Geschwindigkeit dieser Bewegung aber ist eben das, was man Zug nennt. Und diese ergiebt sich in folgender Weise als eine vermehrte. Das Uebergewicht der kalten Luftsäule macht sich gerade so geltend, wie wenn es von der Höhe des Schornsteins herabfiele. Wenn ein Körper frei fällt, so verhalten sich die Geschwindigkeiten wie die verbrauchten Zeiten und die durchlaufenen Bahnen (Fallräume) wie die Quadrate der Zeiten. Wenn sich also die Zeiten verhalten wie 1, 2, 3, 4, 5 u. s. w., so verhalten sich die Geschwindigkeiten wie 1, 2, 3, 4, 5 u. s. w. und die durchlaufenen Bahnen wie 1, 4, 9, 16, 25 u. s. w. Daraus ist ersichtlich, daß der Zug auch bei einer geringern Erhöhung des Schornsteins bedeutend beschleunigt wird und daß man auf diesem Wege die energische Zuströmung der Luft ganz in der Hand hat. Allein — —

diese breitspurige Bahn ist etwas kostspielig zu wandeln, weil man die zur Herbeischaffung der Gewichtsunterschiede der beiden Luftsäulen

nothwendigen Wärmemengen auch unaufhörlich zum Opfer bringen muß, während man sie zum größten Theil den **Heizzwecken** zuführen könnte.

Aus diesem Grunde bleibt es stets vortheilhafter, die Temperatur im Verbrennungsraume hoch zu erhalten, **dadurch** den nothwendigen Zug herbeizuführen und den producirten Wärmemengen dann die nöthige Falle zu stellen, was im folgenden Abschnitt zur Sprache kommt.

§. 16.

Bei der Herrichtung der Schornsteine kommen einige Umstände in Betracht, welche die Erfüllung des Zwecks derselben erleichtern, also — weil dieser Zweck nur durch einen Wärme-Verlust zu erlangen ist — einer Brennstoff-Ersparniß gleichkommen.

Die mit der Fortbewegung der aufsteigenden oder vielmehr emporgedrückten Luftsäule im Schornstein verknüpfte Schwierigkeit ist eine Folge des allgemeinen Naturgesetzes der Geselligkeit der Stoffe, — sie können nicht so ohne Weiteres in aristokratischer Weise aneinander vorüber rutschen, sie verkehren mitsammen, und das pflegt man „Reibung" zu nennen. Diese Reibung im Schornstein nun ist auch stets mit einem Wärme-Austausch verbunden, kostet also Brennstoff, — an einer andern Stelle wird sie uns zu einer Brennstoff-Ersparniß verhelfen, während sie hier beseitigt werden muß. Und das geschieht einfach dadurch, daß wir dem aufsteigenden Luftstrom die Gesellschaft der Schornstein-Wände entziehen und ihm dagegen Luftwände bieten. Man erweitert den Schornstein von unten nach oben allmälig, so daß auf je 5 Meter Höhe eine Erweiterung von 2 Centimeter ringsum eintritt, — die dem untern Querschnitt des Schornsteins entsprechende Luftsäule steigt, weil sie sich nicht weiter ausdehnt, zwischen Luftwänden empor.

§. 17.

Das Austreten des Rauches aus dem Schornstein wird durch gewöhnlichen Wind kaum erschwert, — stärkere Windstöße aber treten da sehr störend in den Weg. Der Wind bestreicht mit großer Geschwindigkeit die Oeffnung des Schornsteins und die warme Luftsäule hat nicht mehr Kraft genug, um die Windströmung zu durchbrechen, — die verbrannten Gase ziehen nicht mehr ab und die unverbrannten Gase des Feuerraums dringen deshalb beim Schürloch heraus, — es raucht. Um dem vorzubeugen, bleibt immer das einfachste Mittel,

den Schornstein oben in einen pyramiden- oder kegelförmigen Aufsatz (Fig. 7) ausmünden zu lassen, wodurch zwei Vortheile erreicht werden:

Fig. 7.



1. ist die Mündung verengt und der heiße Luftstrom muß sich nun mit einer größern Geschwindigkeit bewegen, weshalb er auch den Windstrom leichter durchbrechen wird, — und 2. wird der horizontale Windstrom an der schrägen Wand des Aufsatzes in der Richtung des Pfeiles abgelenkt und der Rauch kann sich jetzt ungestört entwickeln.

§. 18.

Eine sehr wesentliche Vorrichtung an jedem Schornstein ist ein an der untern Oeffnung desselben angebrachter Schieber. Ist der Zug zu lebhaft, so tritt durch den Rost mehr Luft ein, als zur Verbrennung erforderlich ist, und dieser übermäßige Luftzutritt ist einem Brennstoffverluste gleich. Da muß man den Schornstein durch den Schieber soweit schließen, daß eine geringe Rauchentwickelung (als Folge der unvollständigen Verbrennung) stattfindet, wonach man den Schieber allmälig soweit öffnet, daß die Verbrennung gerade ohne Rauchbildung geschieht, — das ist dann der normale Zug für die betreffende Feuerung. In der sorgfältigen Handhabung des Schiebers liegt ein großes Stück Brennstoff-Oekonomie verborgen! —

Ueber das Größenverhältniß des Schornsteins zum Rost lassen sich keine unter allen Umständen richtigen Anhaltspunkte geben: die mathematischen Formeln, welche man entwickelt, um Höhe und Weite eines Schornsteins für eine gegebene Rostfläche zu berechnen, passen vollends nicht, sobald man von den Vortheilen eines Verbrennungskanals über dem Rost Gebrauch macht. Jemehr man aber all' die Hülfsmittel zur vollständigen Verbrennung des Brennstoffs (Etagenrost, Verbrennungskanal ꝛc.) in Anwendung bringt, um so mehr wird man den nöthigen Zug schon im Feuerherd bekommen und um so weniger auf die Mithülfe des Schornsteins Rücksicht zu nehmen brauchen; — die Aufgabe des Schornsteins wird dadurch vielmehr die, einen Abflußkanal für die verbrannten Gase zu bilden.

Bei dieser Sachlage ist man zum Theil auf's Experimentiren angewiesen. Man wird aber immer rasch zum sichern Ziele gelangen, wenn man den Querschnitt des Schornsteins am untern Ende

nicht unter 9 □Decimetern macht und die Höhe desselben 6 Decimeter über den höchsten Punkt der Gebäude nimmt. Zeigt sich beim versuchsweisen Anheizen der Feuerung eine rauchlose Verbrennung, so ist man vermittelst des Schiebers vollkommen Herr des Feuers. Ist die Verbrennung noch mangelhaft, so wird der Schornstein erhöht, bis er seinem Zweck entspricht.

Rauchverzehrender Ofen.

§. 19.

Bei der Beheizung einer Malzdarre mit flammenden Brennstoffen ist man auf die Anwendung eines Ofens angewiesen. In einem Ofen gewöhnlichen Schlages ist es nicht möglich, das Brennmaterial vortheilhaft zu verbrennen, — entweder wird viel Ruß abgesetzt oder es wird zur Verbrennung desselben zuviel Luft zugeleitet.

Professor P. T. Meißner hat vor bereits 17 Jahren einen rauchverzehrenden Stubenofen konstruirt und darauf für Oesterreich ein Patent erhalten. Die Leistungen desselben sind vortrefflich und er verdient allgemeine Einführung in die Malzdarren mit Hürden oder Platten.

Der Leser wolle sich zuvor in das Gedächtniß zurückrufen, auf welchen Bedingungen die Rauchverzehrung beruht. Es sind folgende:

1) Die Temperatur im Feuerraum muß so hoch als möglich gehalten werden, damit die Entzündung des Brennstoffs keinerlei Unterbrechung erleidet. Dazu ist nothwendig, daß der Feuerraum möglichst klein gemacht und mit solchen Materialien, die die Ableitung der Wärme nach außen hindern, ausgefüttert wird. Solche schlechte Wärmeleiter sind: Steine aus feuerfestem Thon oder Chamottemasse, kieselhaltige Erd- oder Steinarten, als Talkschiefer u. s. w.

2) Die zur vollständigern Verbrennung erforderliche frische und warme Luft muß sich mit dem abziehenden Rauche innig mischen können, und dann erst muß dieses Gemenge

3) wiederholt einer solchen Erhitzung ausgesetzt werden, wie sie die beabsichtigte Verbrennung erheischt. Der dazu dienende Apparat, der sogenannte Brenner, muß begreiflicher Weise aus einem Material hergestellt sein, welches sich mit dem zur Rauchverbrennung herbeigeholten Sauerstoff der atmosphärischen Luft nicht selbst verbindet, d. h. auf dessen Kosten verbrennt.

Fig. 9.

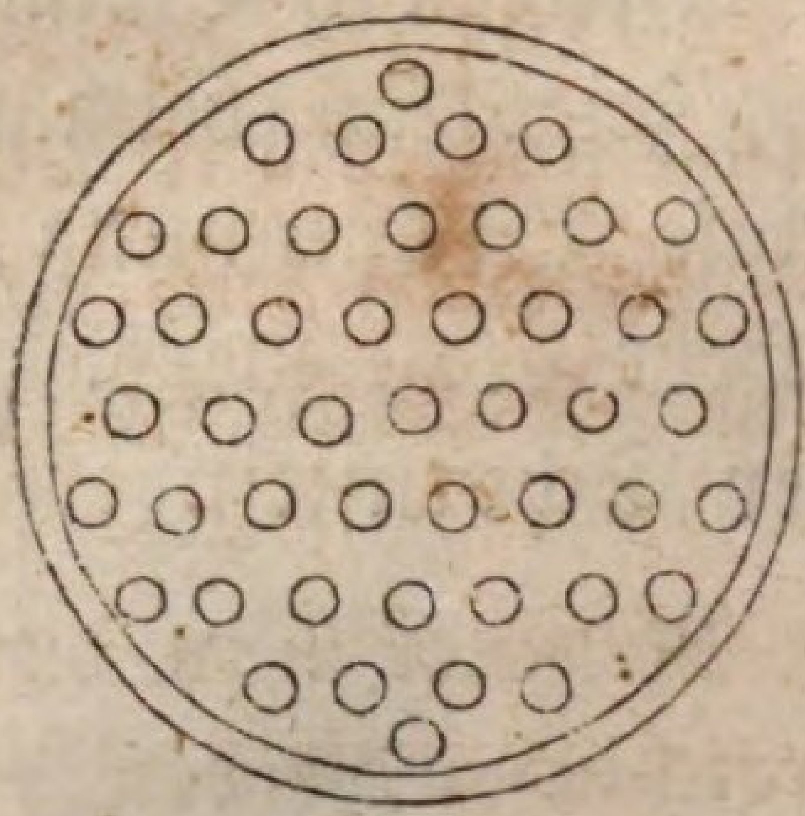


Fig. 10.

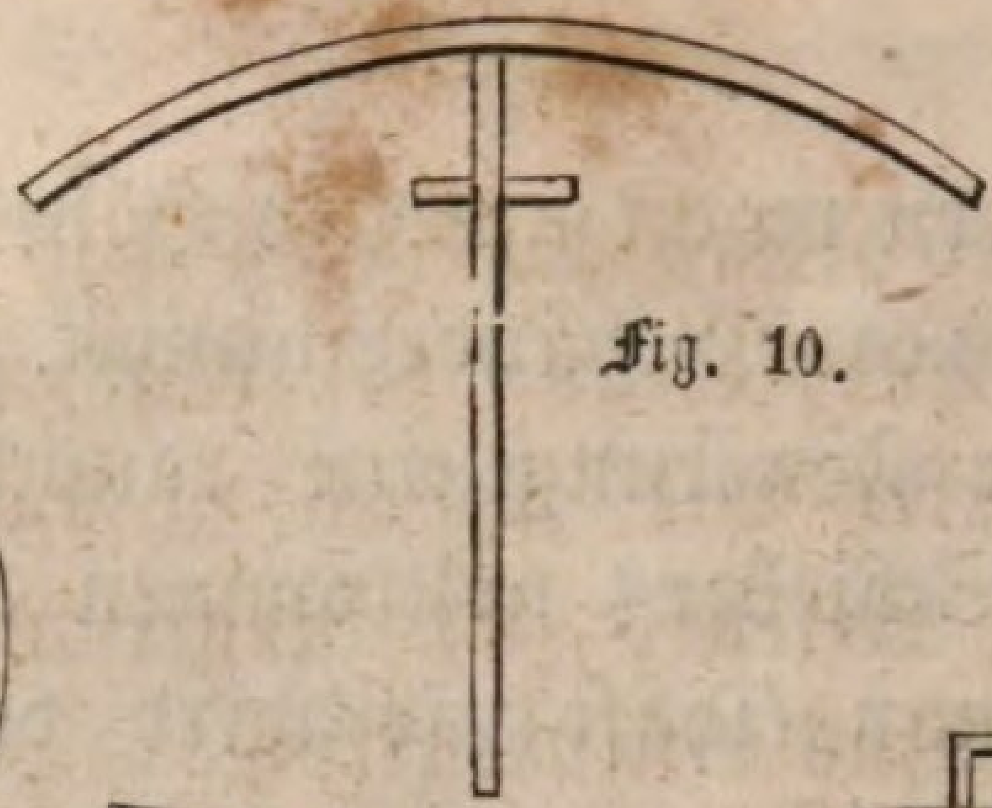
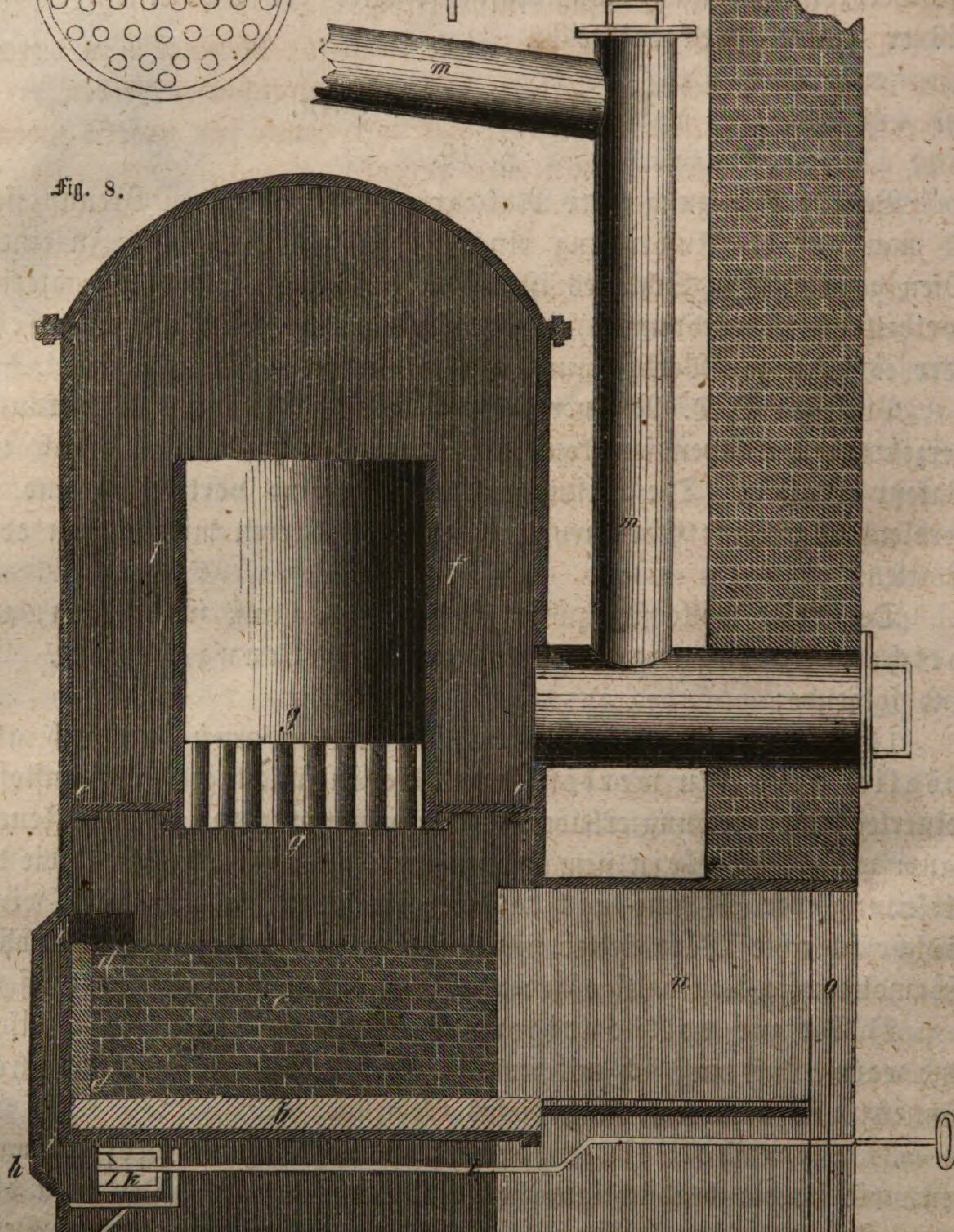


Fig. 8.



Alle diese Bedingungen sollen aber auch auf so einfachem Wege erreicht werden, daß die Vorrichtung bei Feuerungen aller Art leicht anzubringen, nicht kostspielig und einfach zu handhaben*) sein muß, sodaß es überflüssig sein würde, zur Regierung der Maschine ein großes Genie in dem Kamine einzulogiren.

Allen diesen Anforderungen glaubt Professor Meißner nun durch seinen Ofen entsprochen zu haben. Die Heizvorrichtung ist den verschiedensten Bedürfnissen angepaßt, und wir heben für unsern Zweck die einfachste der Ofenkonstruktionen hervor.

Fig. 11.

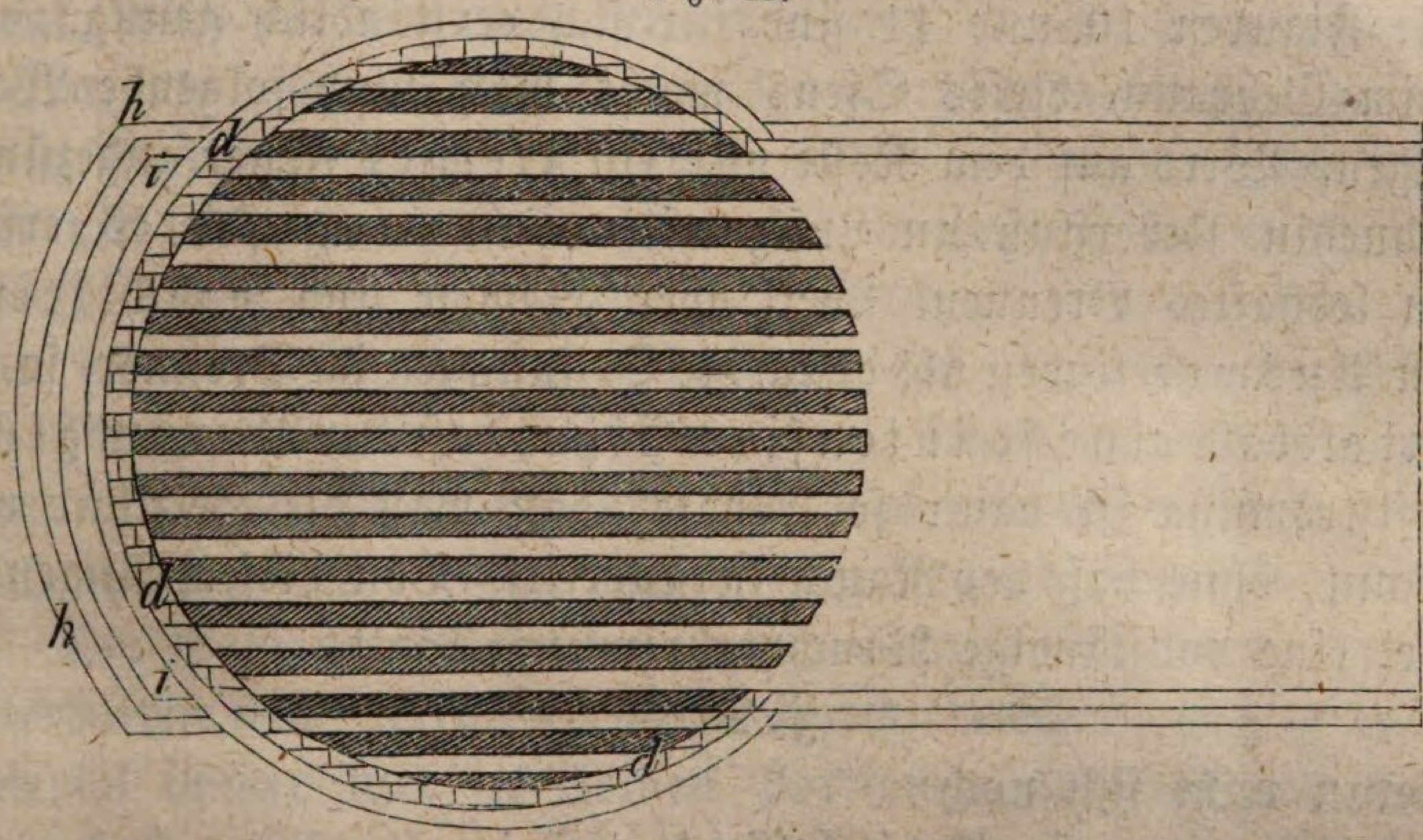


Fig. 8 zeigt uns den Durchschnitt des Ofens, Fig. 9 den wichtigsten Theil desselben, den sogenannten Brenner, Fig. 11 den Rost im Grundriß und Fig. 10 den Grundriß des Schubers k (in Fig. 8).

In Fig. 8 ist a der Aschenfall, b der Rost, c der Feuerraum, welcher mit d einer Schicht von Thonsteinen ausgefüttert ist, e eine gußeißerne Platte, in welcher f ein gußeiserner Cylinder befestigt ist, der g den Brenner trägt. h ist eine doppelte Wand, die den vierten

*) Das sind Professor Meißners eigene Worte. Sie sind uns aus der Seele geschrieben, aber was versteht das Publikum unter „einfacher Handhabung"? — Wie verkehrt da in der Regel die Begriffe sind, erhellt am besten aus der Meinung der praktischen Brauer gewöhnlichen Schlags, welche es immer noch für einfacher halten, beim Einmaischen die Dickmaische ein paarmal im Schweiße ihres Angesichts aus dem Bottich in die Pfanne und zurück u. s. w. zu schaffen, als — wie bei der Dampfbrauerei — mit einem Griff nach dem Dampfhahne den Dampf und mit ihm die Wärme dahin zu leiten, wo man ihrer bedarf.

Theil des Umkreises vom Ofen umgiebt, sodaß ein Kanal i gebildet wird, durch welchen der Aschenfall mit dem Feuerraum in Verbindung steht. Diese Verbindung kann aber aufgehoben werden, sobald der zu dieser Absicht angebrachte Schuber k mittelst der Schuberstange l vorgeschoben wird; m bezeichnet das Rauchrohr, welches die heißen Gase dem Röhrensystem zuführt.

In Fig. 9 ist der Brenner abgebildet, d. i. eine ca. 1 Decim. hohe und 2½ Decim. im Durchmesser haltende, von einer Menge Oeffnungen durchbrochene Platte aus Gußeisen oder besser aus Thonstein. Der Brenner ist mittelst Bajonetschluß in dem Cylinder f festgehalten.

Die Figuren 10 und 11 sind für sich verständlich genug.

Beim Gebrauch dieses Ofens macht man nun folgende Wahrnehmungen. Wird auf dem Roste nur ein kleines Feuer angezündet, so ist ohnehin Ueberfluß an Luftzutritt vorhanden, und es erfolgt bald ein lebhaftes Brennen. Weil aber Flamme und Rauch keinen andern Ausweg finden als durch die Oeffnungen im Brenner, so entsteht dort alsbald eine so intensive Hitze, daß der Brenner glüht. Die Luftströmung ist dann so lebhaft, daß man die Heizthür offen lassen kann, ohne daß der Rauch heraustritt. Von diesem Augenblick an findet eine vollständige Rauchverbrennung Satt.

§. 20.

Hieran reiht sich noch

ein Kapitel für den Heizer.

Es ist dem sehr nützlichen Buche: „Die nothwendigsten Regeln für die Behandlung der Dampfkessel-Feuerung ꝛc. von A. Schaefer, Berlin bei Gärtner" entnommen und lautet also:

Der sparsame Feuermann muß mit seinem Brennmaterial, es sei welches es wolle, immer den Rost vollständig bedeckt halten, indem an den unbedeckten Stellen des Rostes unnütze kalte Luft in's Feuer strömt und dadurch die Wirkung desselben verhindert. Der Heizer muß den Rost auch nicht mit einer zu dicken Schicht Brennmaterial bedecken; denn dadurch wird der Rost unnützer Weise belastet, der Zug gehemmt, und es findet die Verbrennung alsdann nicht mit der Lebhaftigkeit statt, welche die größtmögliche Hitze und dieser entsprechende Dampfentwickelung hervorruft. Locker liegendes Brennmaterial, wie z. B. Holz, Torf ꝛc., kann zwar immer in höheren Schichten liegen: dagegen muß dichteres, wie Steinkohlen, das die Luft nicht so leicht durchläßt, dünner aufgetragen werden. Auch richtet sich die Höhe

der Schicht des Brennmaterials nach der Beschaffenheit des Rostes. Da die Dicke der Roststäbe und die Zwischenräume zwischen denselben nicht bei allen Feuerungen gleich groß sind, so daß also bei dem ersten Roste mit weiteren Zwischenräumen mehr Luft durchgehen kann, als bei einem andern, so wird auch das Feuerungsmaterial nicht überall, selbst bei gleichem Material, gleich dick liegen dürfen. Bei größeren Zwischenräumen der Roste und schärferem Zuge kann die Lage dicker sein als entgegengesetzten Falls. — Dies ist indessen ein Punkt, der von den Heizern gern vernachlässigt wird, und zwar nur aus Bequemlichkeit. Der bequeme Feuermann, der Anstrengung und Mühe scheut, wird auf den Rost beim Aufgeben so viel Brennmaterial aufwerfen, als nur hinaufgehen will, um ziemlich lange Zeit bis zum neuen Aufwerfen ruhen zu können. Der sparsame Feuermann darf aber nie so heizen. Er verschwendet Brennmaterial und täuscht sich schließlich doch über seinen geheimen Zweck, es bequem haben zu wollen; denn wenn die Verbrennung in Folge des zu starken Aufgebens eine unvollkommene wird, so läßt auch die Dampfentwickelung nach, die Spannung sinkt, und der Feuermann muß nun erst recht Anstrengungen machen, um wieder ein lebhaftes, regelrechtes Feuer herzustellen.

Der sparsame Feuermann, welcher eine vollkommene Verbrennung unterhalten will, wird dies nur dadurch erreichen, daß er das Brennmaterial immer nur in kleinen Portionen aufgiebt und dies öfters wiederholt, nicht aber, indem er weniger oft große Portionen mit einem Male aufwirft. Der Heizer wird auf diese Weise eine vollständigere Verbrennung erreichen und mit weniger Brennmaterial doch mehr leisten. Ein Beweis hiervon liegt schon darin, daß, wenn der Heizer große Quantitäten Brennmaterial mit einem Male aufgiebt, sich ein dicker, schwarzer Rauch lange Zeit aus dem Schornstein hinauswälzt; wirft er hingegen nur wenig, aber öfter auf, so wird der Rauch viel unbedeutender sein. Jeder Rauch aber ist unverbranntes Brennmaterial, welches durch den Schornstein nutzlos verloren geht

Will der Heizer frisches Material aufgeben, so schiebe er zuvor das Feuer mit der Feuerkrücke von der vorderen Hälfte des Rostes nach hinten. Das frische Brennmaterial muß er nun blos vorn, so weit er fortgerückt hat, aufwerfen. Hierdurch erlangt er, daß der aus dem frisch aufgeworfenen Brennmaterial sich entwickelnde Rauch durch die auf der hintern Hälfte des Rostes aufgehäufte und klar brennende Feuermasse ziehen muß und größtentheils verbrennt. Diese

Regel wird sich indessen nur da empfehlen, wo kein starker Dampfverbrauch stattfindet, da das vorn aufgegebene Brennmaterial sich langsamer entzündet. Soll das Feuer und somit die Dampfentwickelung möglichst forcirt werden, so thut der Heizer besser, gerade umgekehrt zu verfahren; er ziehe die glühende Feuermasse nach vorn und werfe das frische Brennmaterial nach hinten. Dasselbe wird dann rasch abbrennen, und das Feuer in der gehörigen Glut bleiben. Auch kommen dadurch die Schlacken nach vorn und sind leichter und schneller zu entfernen.

Das Brennmaterial muß immer möglichst trocken aufgegeben werden, indem das darin enthaltene Wasser einen Theil der Heizkraft gebraucht, um selber und zwar ganz nutzlos zu verdampfen. Das alte Vorurtheil, daß Steinkohlen besser brennen, wenn man sie näßt, ist durchaus falsch. Die Steinkohlen brennen nur langsamer, entwickeln aber durchaus nicht mehr Brennstoff. Nur in sehr feinen, grusigen, schwer backenden Kohlen kann sich dadurch ein kleiner Vortheil durch Anfeuchten herausstellen, daß die feinen Kohlenstückchen in größeren Koks zusammensintern und weniger durch den Rost fallen. Eine scheinbare Ersparniß stellt sich bei angefeuchteten Kohlen auch da heraus, wo die Feuerung zu groß ist, alsdann würden trockne Kohlen auch rascher wegbrennen als nasse, weil bei zu großen Feuerungen mehr Luft zuströmt, als nöthig ist. Die Ersparniß wächst dann aber, wenn man durch Aufmauern auf den Rost denselben verkleinert, und nun getrocknete Kohlen feuert, die alsdann eine schnellere und kräftigere Hitze geben.

Der sparsame Feuermann muß niemals die Feuerungsthüren beim Aufwerfen von Brennmaterial oder bei Entfernung von Schlacken von den Rosten länger offen halten, als nöthig ist. Der Heizer muß also flink sein. Stehen die Feuerungsthüren offen, so strömt mit großer Geschwindigkeit viel kalte Luft in die Feuerungszüge und kühlt den Kessel und die in den Feuerungszügen befindlichen brennbaren Gase ab. Muß der Heizer daher, wie beim Abschlacken, die Thüren längere Zeit offen halten, so schließe er den Schieber fast ganz, um den Zug zu hemmen. Eben so sorge er dafür, daß die Zwischenräume zwischen den Rosten sich nicht so sehr verstopfen, sondern der einströmenden Luft genügenden Durchgang gewähren und der Zug nicht gehemmt werde. Besonders bei Steinkohlenfeuer muß der Heizer die sich bildenden Schlacken bei Zeiten entfernen, ehe sie sich zu sehr

ansammeln, wobei sie schmelzen können, und dann eine dichte Kruste über den Roststäben bilden. Hat der Rost nicht freie Oeffnung genug, so kann auch nicht Luft genug zum Feuer, und das Brennmaterial wird alsdann nicht die größtmögliche Hitze entwickeln, weil die Verbrennung eine unvollkommene bleibt.

In Bezug auf das Speisen des Kessels werden dem sparsamen Feuermann folgende Regeln empfohlen: Das Speisewasser muß immer möglichst warm dem Kessel zugeführt werden. Dies ist besonders bei Hochdruckmaschinen und überall da, wo Dampf zum Heizen des Wassers oder überhaupt heißes Wasser überflüssig ist, zu beachten. Heißes Speisewasser wird natürlich weniger frische Wärme zum Dampfwerden gebrauchen und schlägt den vorhandenen Dampf weniger nieder als kaltes Wasser. — Der Kessel muß beim Speisen, wenn er in vollem Betriebe ist, auch nicht zu stark mit Wasser angefüllt werden, denn der Dampf soll möglichst wenig Wassertheilchen mit fortführen, weil dies weder zum Betriebe einer Maschine noch zum Kochen mit Dampf vortheilhaft ist, und dies Wasser dennoch erhitzt werden muß, ohne daß man einen wesentlichen Nutzen davon hat. Um diese Verluste zu vermeiden, ist es zweckmäßig, ein Kupferrohr in den letzten Zug zu legen, und den Dampf, wenn er den Kessel verläßt, erst hier durchzuführen, bevor er anderweitig benutzt wird. — Das Speisen des Kessels muß möglichst regelmäßig besorgt werden, und ist das Speisen mit großen Wassermengen auf einmal zu vermeiden; der Heizer muß vielmehr dahin streben, immer nur soviel Wasser in den Kessel nachzudrücken, als verdampft. Er muß möglichst in demselben Zeitmaß dem Kessel frisches Wasser zuführen, als es durch das Verdampfen sich vermindert. Der Heizer muß also darauf achten, den Wasserstand immer möglichst in gleicher Höhe zu erhalten. Hier trifft die Pflicht des Heizers als Wächter der Sicherheit mit der des sparsamen Feuermannes, wie in den meisten Stücken, zusammen. Hat der Heizer immer eine genügend reichliche Menge Wasser im Kessel, so wird ihm auch die Spannung der Dämpfe nie so leicht sinken können, als wenn er wenig Wasser im Kessel hat. Denn das heiße Wasser im Kessel ist als Wärmereservoir zu betrachten, das den abziehenden Dampf immer rasch wieder ersetzt, auch selbst im Stande ist, ihn noch einige Zeit zu ersetzen, wenn das Feuer auf dem Roste schon erloschen ist. Das Speisen mit großen Mengen Wasser auf einmal hat den Nachtheil, daß dadurch, zumal wenn das Speisewasser nicht warm

genug ist, der Dampf sehr niedergeschlagen wird und in Folge dessen die Spannung sinken muß.

Der sparsame Feuermann muß als solcher auch für eine gehörige Reinigung des Kessels Sorge tragen. Ist der Kessel an irgend einer Stelle inwendig mit Kesselsteinkruste überzogen, oder lagert viel dicker Schlamm darauf, so hat dies außer dem möglichen Durchbrennen des Kessels an solchen Stellen noch den Nachtheil, daß der Kessel an dergleichen überzogenen Stellen die Hitze nicht so leicht durchläßt und an das Wasser abgiebt, weil der Kesselstein ein viel schlechterer Wärmeleiter ist als das reine Metall.

Eben so müssen auch die Feuerkanäle öfter und gut von Ruß und Flugasche gereinigt werden. Denn wo die Außenwände des Kessels mit Asche bedeckt oder mit Ruß überzogen sind, nimmt der Kessel die Wärme ebenfalls schlecht auf, und zwar aus demselben Grunde wie die Kesselwände, die im Innern mit Schlamm oder Kesselstein bedeckt sind.

Dritter Abschnitt.

Die Ausnutzung der erzeugten Wärme.

§. 21.

So sehr verschieden auch die Wege sein werden, die zu betreten sind, je nachdem wir die Wärme zum Heizen von Zimmern, zum Trocknen oder zur Erwärmung von Flüssigkeiten verwenden wollen, — ein Grundsatz muß unter allen Umständen im Auge behalten werden, um der Brennstoffökonomie gerecht zu werden. Man darf die im Feuerraum entwickelten heißen Gase nicht auf dem **kürzesten** Wege in den Schornstein wandern lassen, — man muß sie vielmehr auf **Umwege** führen, ihnen **Hindernisse** in den Weg legen und so **Zeit** gewinnen, um ihnen die anhaftenden Wärmemengen **abzunehmen**, so daß nur die **kältesten** Gase in den Schornstein gelangen.

Es giebt nur einen einzigen Fall in der Feuerungskunde, wo man auf diesen obersten Grundsatz keine Rücksicht zu nehmen braucht, — das ist die Rauchdarre. Da strömen die heißen Gase frei in den Trockenraum.

Wir wollen die Ausnutzung der Wärme einzeln betrachten und beginnen mit den

Kesselfeuerungen.

§. 22.

Man ist früher bei der Anlage von Kessel- und Pfannenfeuerungen stets von dem Princip ausgegangen, die heißen Gase in recht vielfache Berührung mit der Siedefläche des Kessels zu bringen, — d. h. mit jener Fläche, die auf der einen Seite von Flüssigkeit bedeckt und auf der andern Seite dem Zutritt der Gase des Feuerraumes ausgesetzt ist. Man hat deshalb die Pfanne auf Feuerzüge gesetzt, in denen die heißen Gase ihren Zickzackmarsch machen müssen, — man hat die Kessel mit Seitenzügen umgeben, in denen die heißen Gase ihre glühenden Umarmungen bethätigen sollten, ehedenn sie in den Schornstein schlüpfen könnten. Aber man hat übersehen, daß die heißesten Gase auch stets am leichtesten sind und daß diese daher zuerst im Schornstein anlangen werden, wenn man ihnen nicht ein Hinderniß entgegenstellt, welches den Spieß zum Nutzen der Heizung umkehrt.

Es bedarf dazu in der That nur einer höchst einfachen Vorrichtung. Während bisher das Rauchabzugsloch (der sogenannte „Fuchs") meistens an der höchsten Stelle der Feuerstätte angebracht ist, muß man solches an der tiefsten Stelle (womöglich in der Sohle der Feuerstätte) anlegen. Dort treten gerade die heißesten, also nutzbarsten Gase in den Schornstein, — hier sind die heißen Gase genöthigt, an der Siedefläche des Kessels zu verweilen, einen Theil ihres Wärmestoffs abzugeben, wonach sie erkaltet auf der Sohle der Feuerstätte anlangen und von da erst freien Austritt erhalten.

Die Feuerzüge unter der Pfanne oder rings um den Kessel fallen hinweg; — man hängt das Kochgefäß, soweit es mit Flüssigkeit bedeckt ist, frei in den Feuerraum. Der Boden des Kessels kann — wie wir später sehen werden — nach innen gewölbt werden, um den heißesten Gasen ein Gefängniß zu präpariren, aus dem sie nicht entwischen können.

Im Uebrigen gebe ich diese Konstruktion nach den Angaben Balling's, der sie — soviel mir bekannt ist — zuerst angewendet und beschrieben hat. Auch Professor P. T. Meißner hat die Ausmündung des Fuchses an der Sohle des Feuerraums bereits seit

sehr vielen Jahren praktisch durchgeführt und erzählte in seinen Vorträgen über Pyrotechnik, daß, als bei einem Doppelkessel für eine Bleiche, wo der Fuchs oben in der Feuerstätte angebracht war, dieser auf sein Anrathen vermauert und dagegen einer unten angebracht wurde, nur noch die Hälfte des frühern Brennstoff-Verbrauchs stattfand.

Fig. 12.

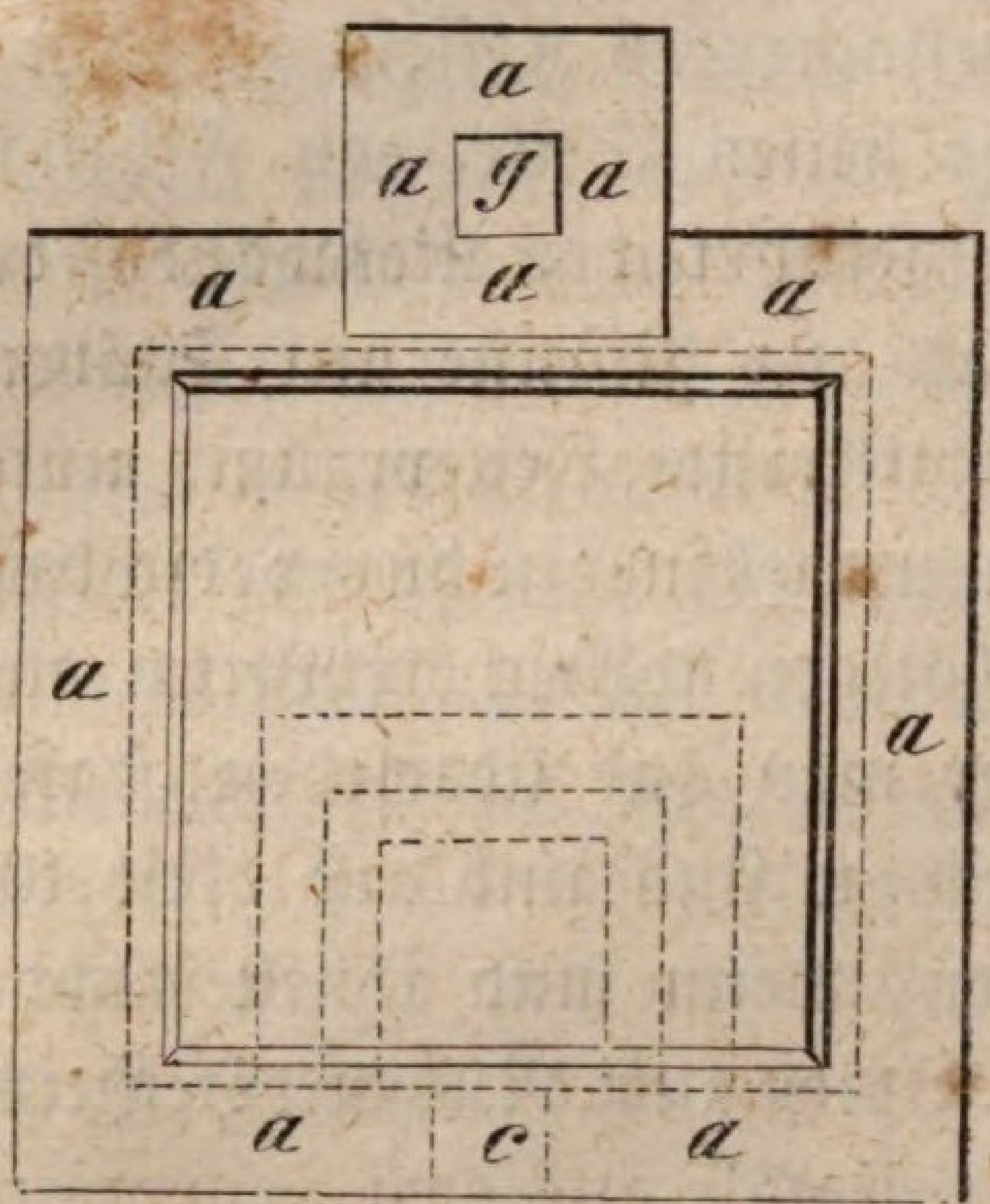


Fig. 13.

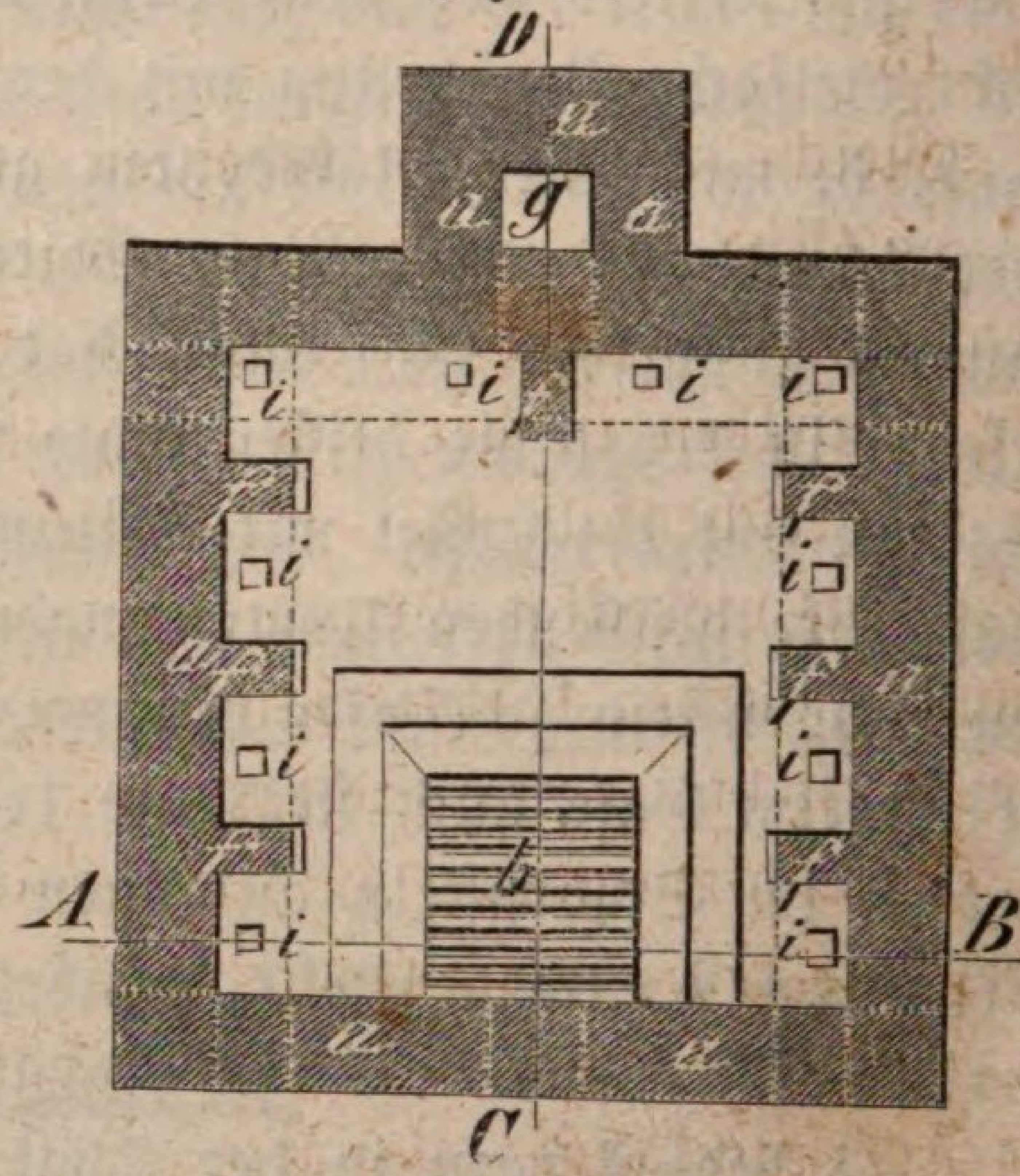


Fig. 14.

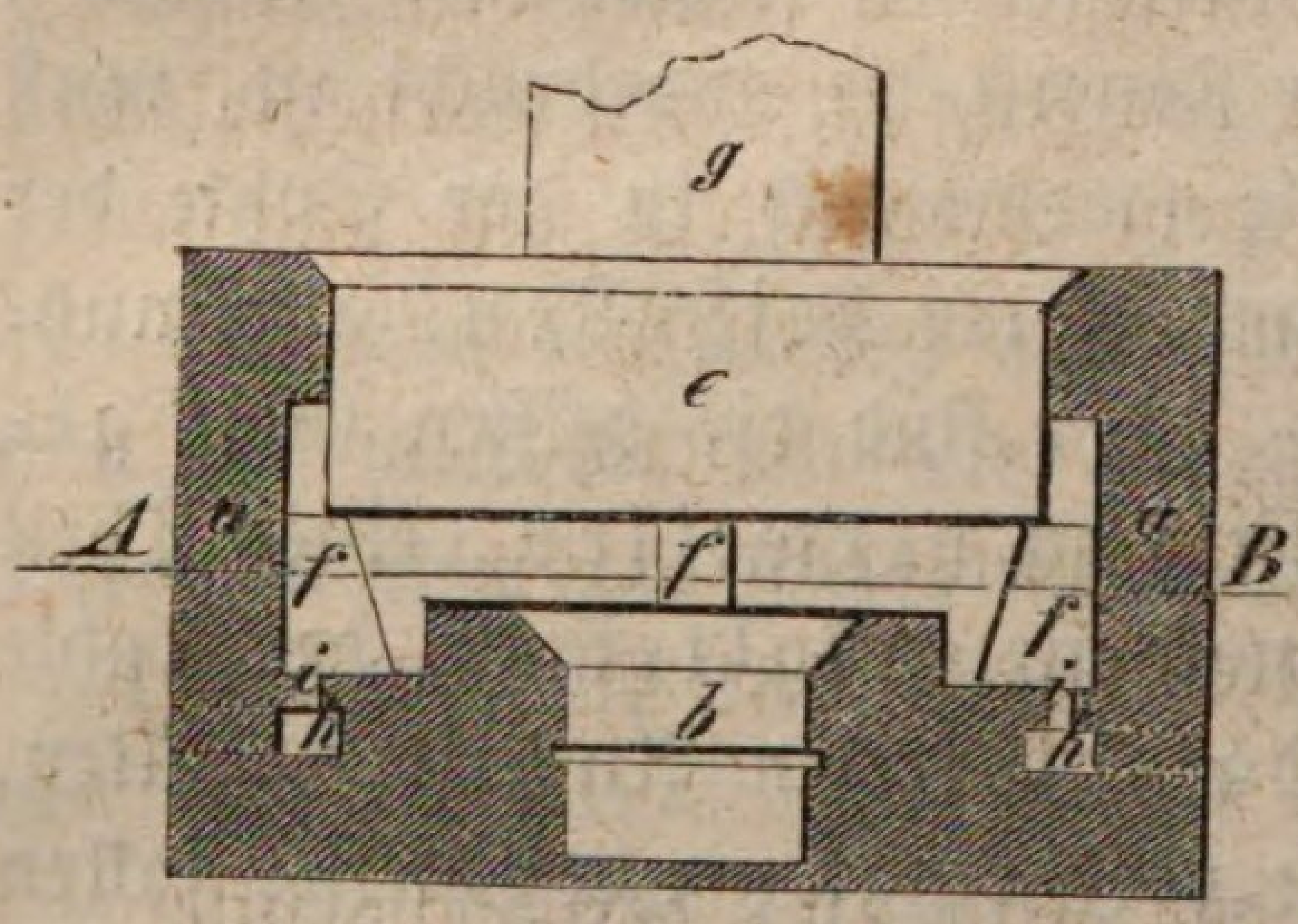
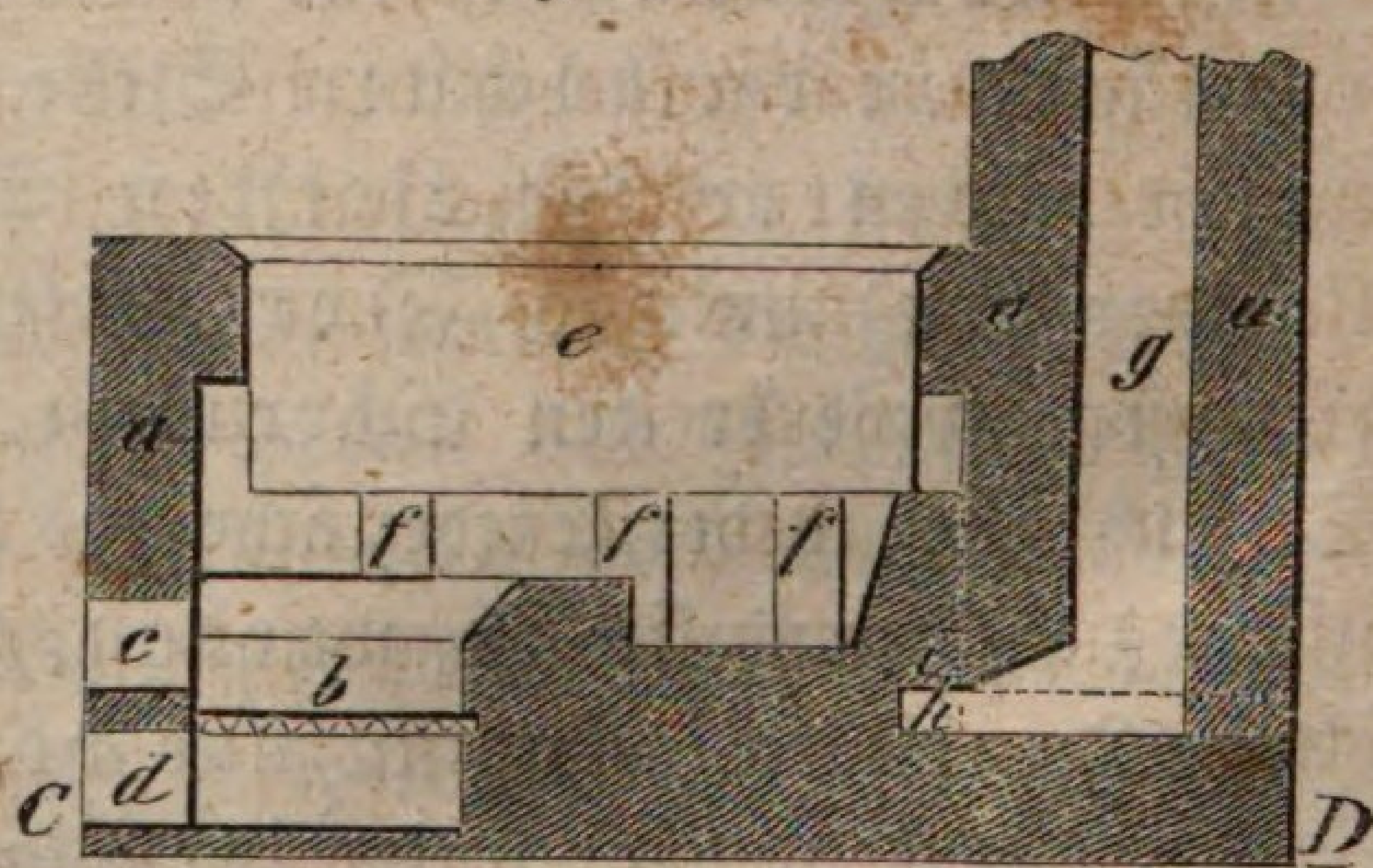


Fig. 15.



Viele Brauer haben auf die in meinen Monatsberichten „Der Bierbrauer", Jahrgang 1859, gegebene Anregung ihre alten Kesselfeuerungen umgestaltet und sind mit dem Erfolge höchst zufrieden. So z. B. schrieb mir Hr. Valentin Schäffer in Creuznach: „Meinen Braukessel ließ ich nach Ihrer Angabe 2c. setzen. Ich kann diese Konstruktion meinen Braugenossen nicht genug empfehlen. Obgleich die frühere Feuerung gut und mit doppelten Zügen versehen war, so gewinne ich doch jetzt $1/_3$ Zeit und erspare $1/_3$ Brennmaterial, von welchem selbst das allerordinärste tauglich ist."

§. 23.

Die Konstruktion einer Pfannenfeuerung ist folgende:

Fig. 12 stellt den Grundriß von oben betrachtet dar, Fig. 13 denselben im Durchschnitt nach der Linie A B der Fig. 14. Fig. 14 ist der Durchschnitt des Kesselofens nach der Linie A B der Fig. 13, und Fig. 15 der Seitendurchschnitt desselben nach der Linie C D der Fig. 13.

Gleiche Buchstaben bedeuten gleiche Theile.

a a sind die von Mauerziegeln aufgeführten Seitenwände des Ofens und des Schornsteins; b der Rost aus gußeißernen Stäben; über demselben ist der sich nach oben erweiternde Feuerraum, unter ihm der Aschenfall d; c die Heizöffnung, mit einer Thür verschließbar; e die viereckige Braupfanne, welche hier von gleicher Weite angenommen wurde; f Untersätze oder Postamente von Ziegeln, auf welchem sie steht; g der Schornstein; h die untern Rauchkanäle, welche den abgekühlten Rauch in den Schornstein ableiten und des Reinigens wegen an den Ausgängen mit Thüren versehen sind; i die Oeffnungen (Füchse), durch welche der abgekühlte Rauch aus dem Feuerraum in den Rauchkanal gelangt.

Wenn der Schornstein, wie im vorliegenden Falle, dem Feuerraum gegenüber angebracht ist, so geht der Zug im Ofen vornehmlich nach den hintern Füchsen, weil sie dem Schornstein am nächsten liegen. Um nun das Feuer unter dem ganzen Kesselboden gleichförmig zu verbreiten und den Zug desselben auch nach den beiden Seiten neben dem Feuerraum, welche vom Schornstein entfernter sind, zu führen, ist es nothwendig, die daselbst befindlichen Füchse etwas größer zu machen.

Wenn dagegen, wie das häufig der Fall ist, der Schornstein sich an derselben Seite befindet, wo der Feuerraum ist, mithin vorn, so müssen die hintersten Füchse etwas größer gemacht werden, um die gleichmäßige Verbreitung der Flamme unter dem Kesselboden zu bewirken. Als Regel gilt also, daß die Füchse um so größer gemacht werden müssen, je entfernter sie vom Schornstein sind! Wird diese Regel verletzt, und das ist an einigen Orten, wo man den Hergang der Sache nicht begriffen hatte, geschehen, so wird der Erfolg mangelhaft sein. Mißgriffe solcher Art können aber unmöglich vorkommen, sobald man sich zum nöthigen Verständniß

derselben verhilft. Und das ist doch leicht, wenn man folgende Betrachtungen anstellt.

Die Flamme von dem auf dem Roste unterhaltenen Feuer kann sich frei entwickeln und steigt gerade nach dem Kesselboden empor; hier verbreitet sie sich nach allen Richtungen, indem die Füchse im ganzen Umfange des Ofens gleichförmig vertheilt sind und der Zug des Feuers sich nach denselben richtet. Die Flamme umspielt auch unmittelbar die untere Hälfte der Seitenwände der Pfanne, und endlich abgekühlt sinkt der Rauch in die Füchse nieder und fließt in den Schornstein ab. Auf diese Weise gelangen also nur die kühlsten Gase aus dem Feuerraum ins Freie und der darin begründete Wärmeverlust wird geschmälert; an der Siedefläche des Kessels aber stehen immer die heißesten Gase.

Fig. 16.

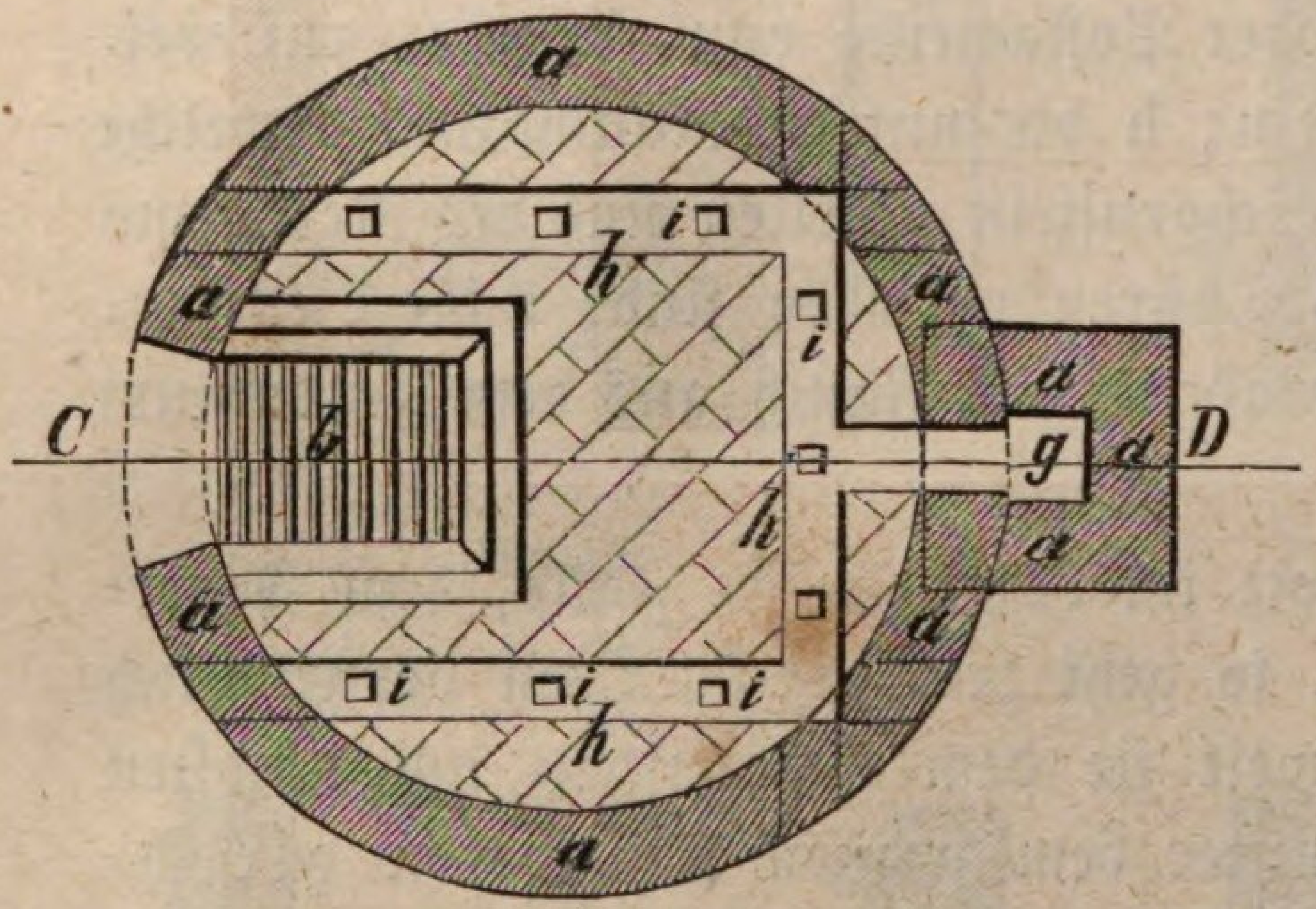
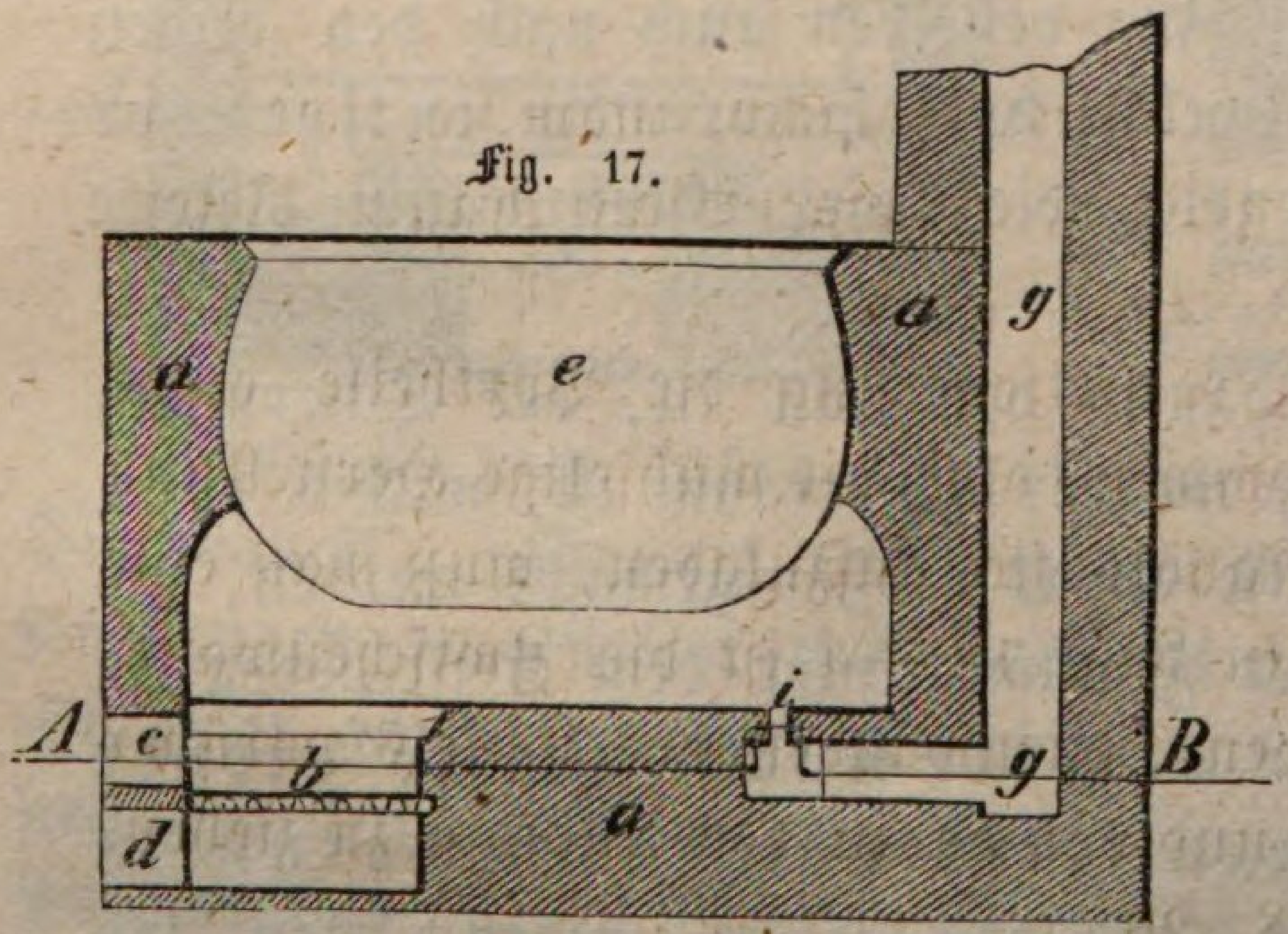


Fig. 17.



§. 24.

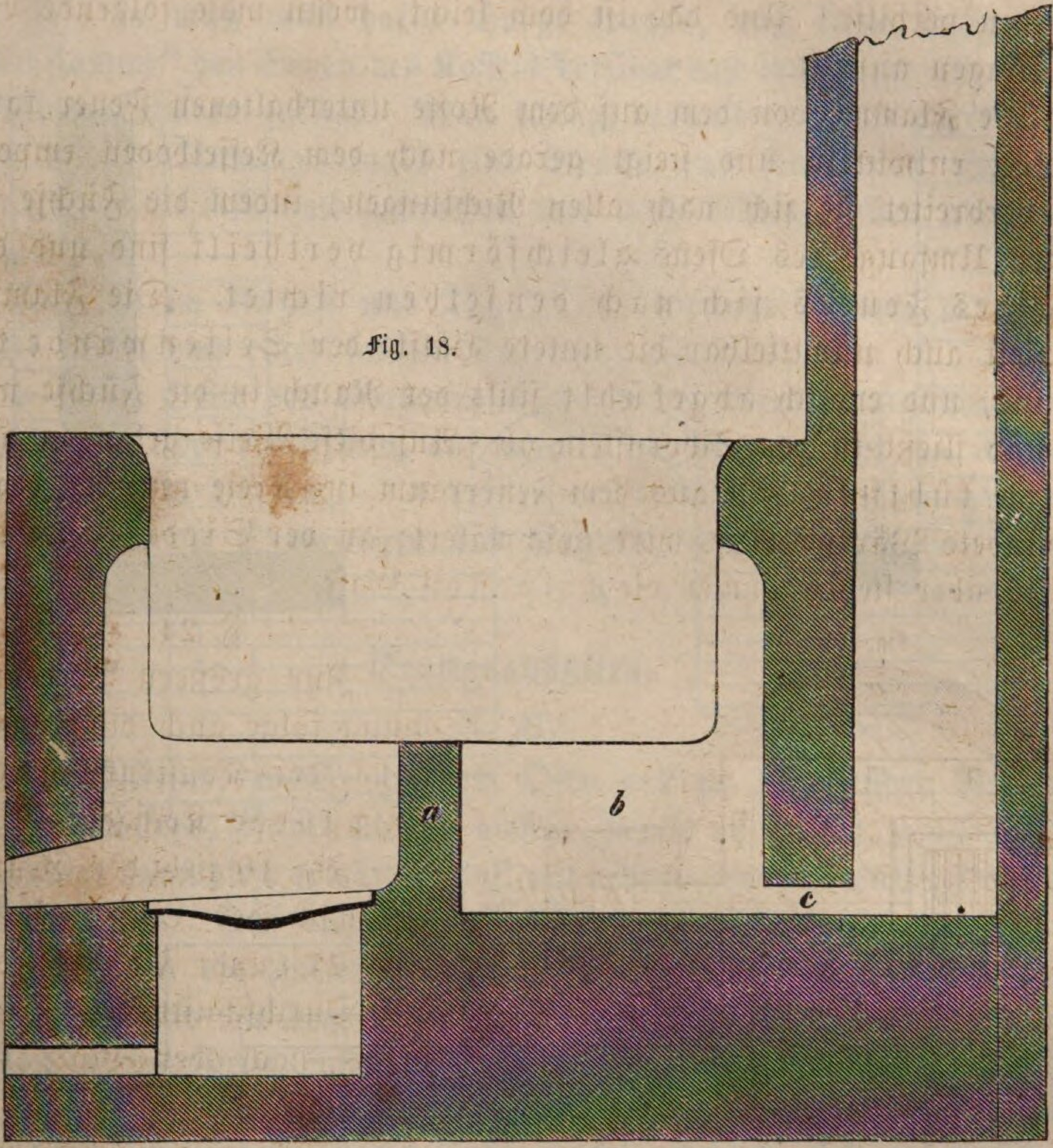
Zur größern Verdeutlichung folge auch die Anwendung der Konstruktion auf ein rundes Kochgeschirr.

Fig. 16 giebt den Grundriß nach der Linie AB der Fig. 17 und Fig. 17 zeigt den Durchschnitt des Kesselofens nach der Linie CD der Fig. 16.

Die einzelnen Theile werden durch dieselben Buchstaben bezeichnet, wie bei Fig. 12—15; es wird also keiner weitern Erläuterung zum Verständniß der Zeichnung bedürfen.

Ueber die Rauchkanäle h wollen wir im Allgemeinen noch bemerken, daß man sie an allen Seiten bis zum äußern Umfange des Mauerwerks fortführen muß, um sie von der Flugasche reinigen zu können. Es versteht sich von selbst, daß die Reinigungsöffnungen während des Heizens dicht vermauert sind. Will man des öftern

Fig. 18.



Reinigens dieser Kanäle überhoben sein, so macht man sie tiefer, so daß sie zur Ansammlung einer größern Menge Asche Raum bieten.

§. 25.

Um bei einer vorhandenen Kesselfeuerung die Vortheile eines unten abgehenden Fuchses zu bekommen, ohne die mühselige Herstellung des in die Herdsohle versenkten Kanals sich aufzuladen, muß man eine Zwischenwand anbringen, wie in Fig. 18. a ist die Zwischenwand, welche die Flamme zwingt, an den Seitenwänden des Kessels vorüber in die Abtheilung b zu dringen und von da in den Fuchs c zu ziehen.

§. 26.

Hat man den Abstand zwischen Rost und Kesselfläche ziemlich groß genommen und den Raum unter dem Kessel von dem Rost getrennt (was besonders bei Anwendung staffelförmiger Roste vortheil-

Fig. 19.

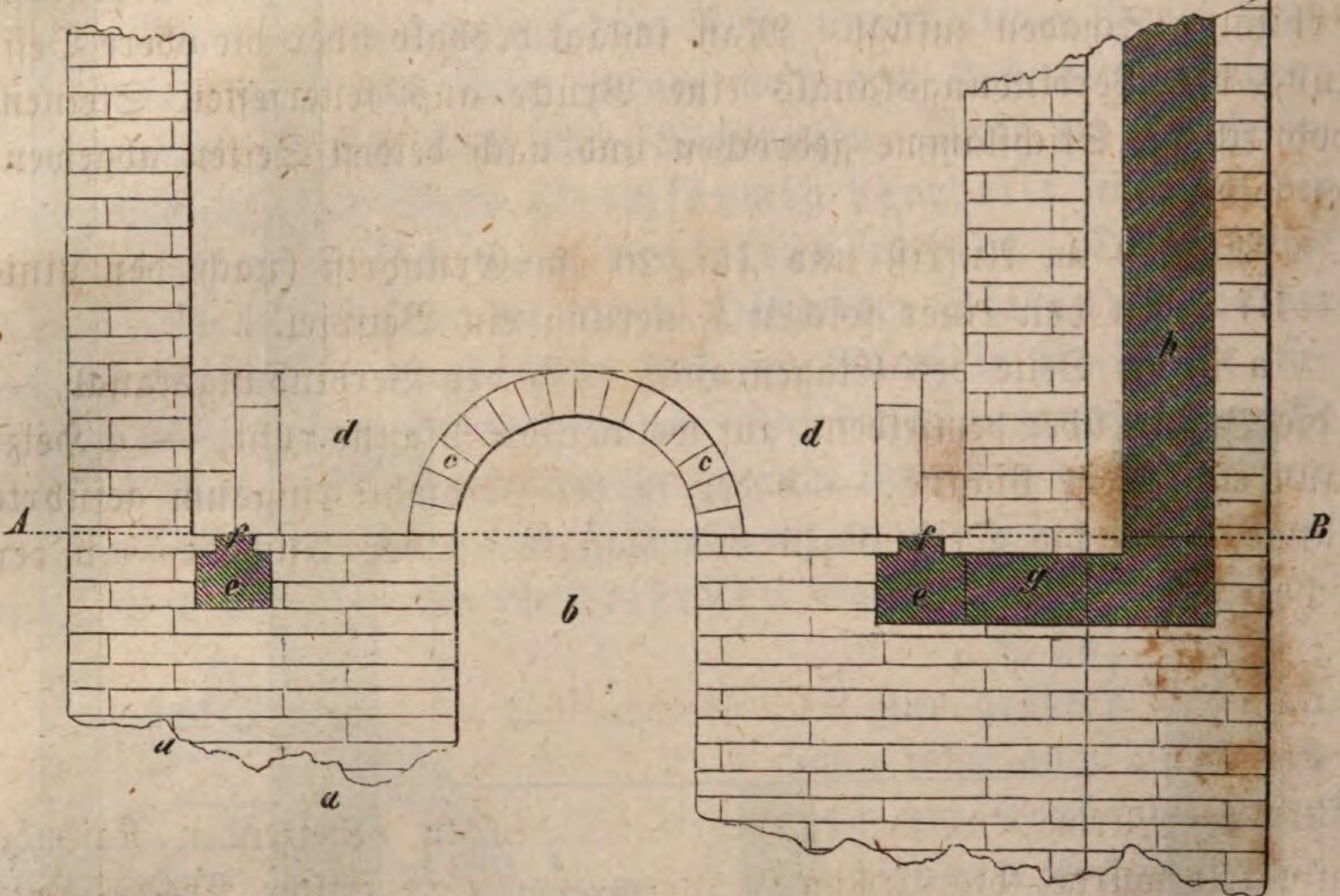
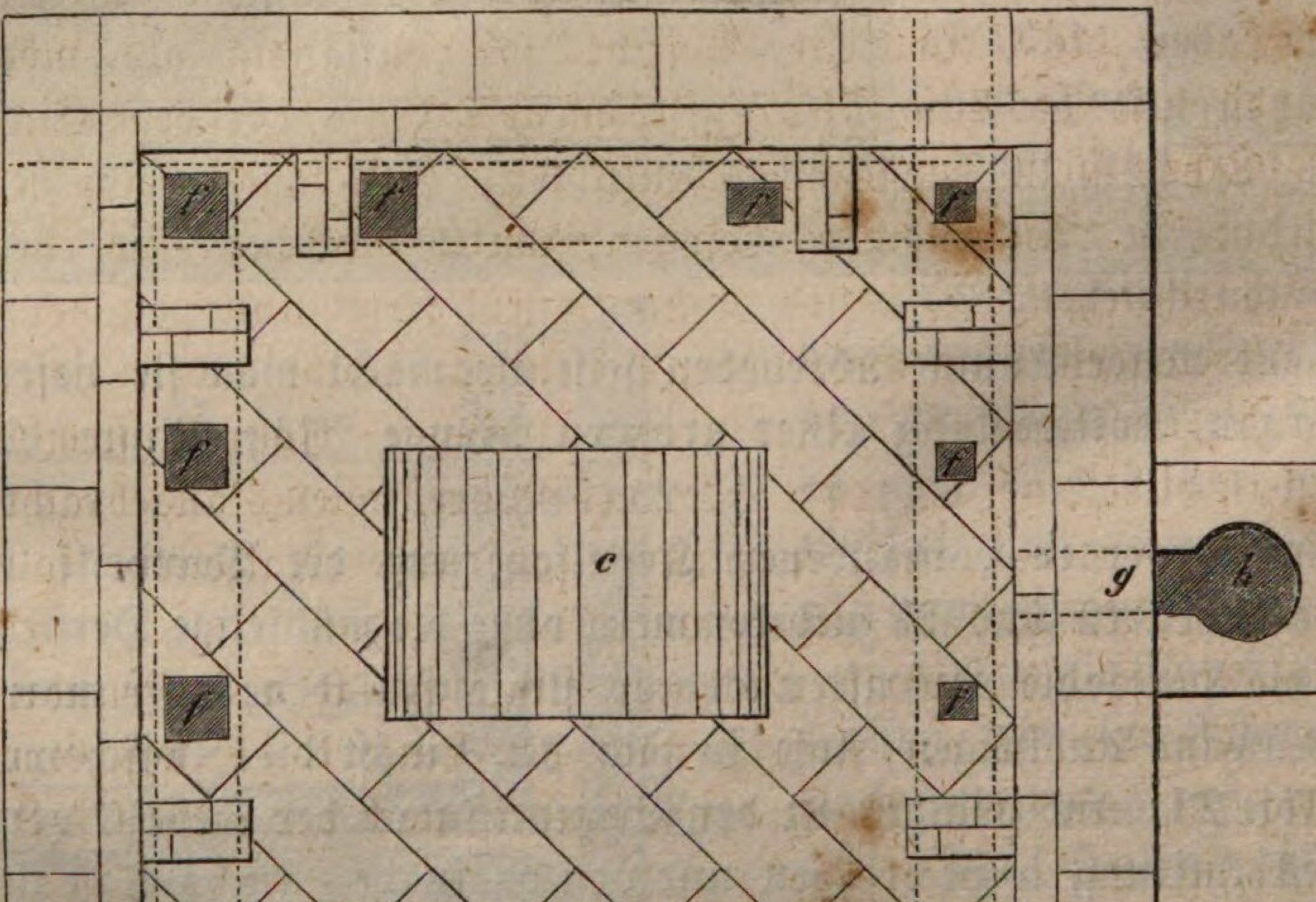


Fig. 20.



haft ist), so muß man dafür Sorge tragen, daß keine sogenannte „Stichflamme" den Boden des Kessels berührt und ihm durch übergroße Erhitzung Schaden zufügt. Man schlägt deshalb über die obere Oeffnung des Verbindungskanals eine Brücke aus feuerfesten Steinen, wodurch die Stichflamme gebrochen und nach beiden Seiten abgewendet wird.

Fig. 19 im Aufriß und Fig. 20 im Grundriß (nach der Linie A—B) geben von einer solchen Feuerung ein Beispiel.

a ist die Seite des Etagenrosts, — b der Verbindungskanal, — c die Brücke über demselben, auf welcher die Pfanne ruht, — d Heizraum unter der Pfanne, — e der in der Herdsohle ringsum geführte Kanal, — f die Oeffnungen des Kanals, g der Fuchs, — h der Schornstein.

Trockenanstalten.

§. 27.

Die Wärme, welche in dem Ofen des zu beheizenden Raumes entwickelt wurde, bindet man zu diesem Zwecke an frische, trockne Luft und bringt dann diese erwärmte Luft mit dem zu trocknenden Gegenstande in Berührung. Auf diese Weise trocknen wir bekanntlich das Malz.

Um aber die entwickelte Wärme so vollständig als möglich zu benutzen und die dem Ofen entströmenden Gase vor dem Eintritt in den Schornstein möglichst abzukühlen, muß man ein Röhrensystem in Anwendung bringen, durch welches die heißen Gase hindurchziehen, — dieses Röhrensystem wird nun von der von Außen zutretenden Luft umspült. Wesentlich bleibt dabei, daß das Abzugsrohr, welches die Verbindung zwischen Röhrensystem und Schornstein bildet, am untern Ende des Röhrensystems angebracht ist.

Die Anwendung dieser Principien auf eine Malzdarre soll in den Figg. 21, 22 und 23 gezeigt werden.

Fig. 21 ist der Aufriß nach der Linie A—B des Grundrisses Fig. 23, Fig. 22 ist der Aufriß nach der Linie E—F des Grundrisses Fig. 23, und Fig. 23 ist der Grundriß nach der Linie C—D des Aufrisses Fig. 21.

Gleiche Buchstaben in den verschiedenen Figuren bezeichnen auch dieselben Bestandtheile.

a ist das Mauerwerk des Malzthurmes; b der Ofen, der mit seinem Hals in einen Vorkamin mündet, von wo aus der Brennstoff

Fig. 21.

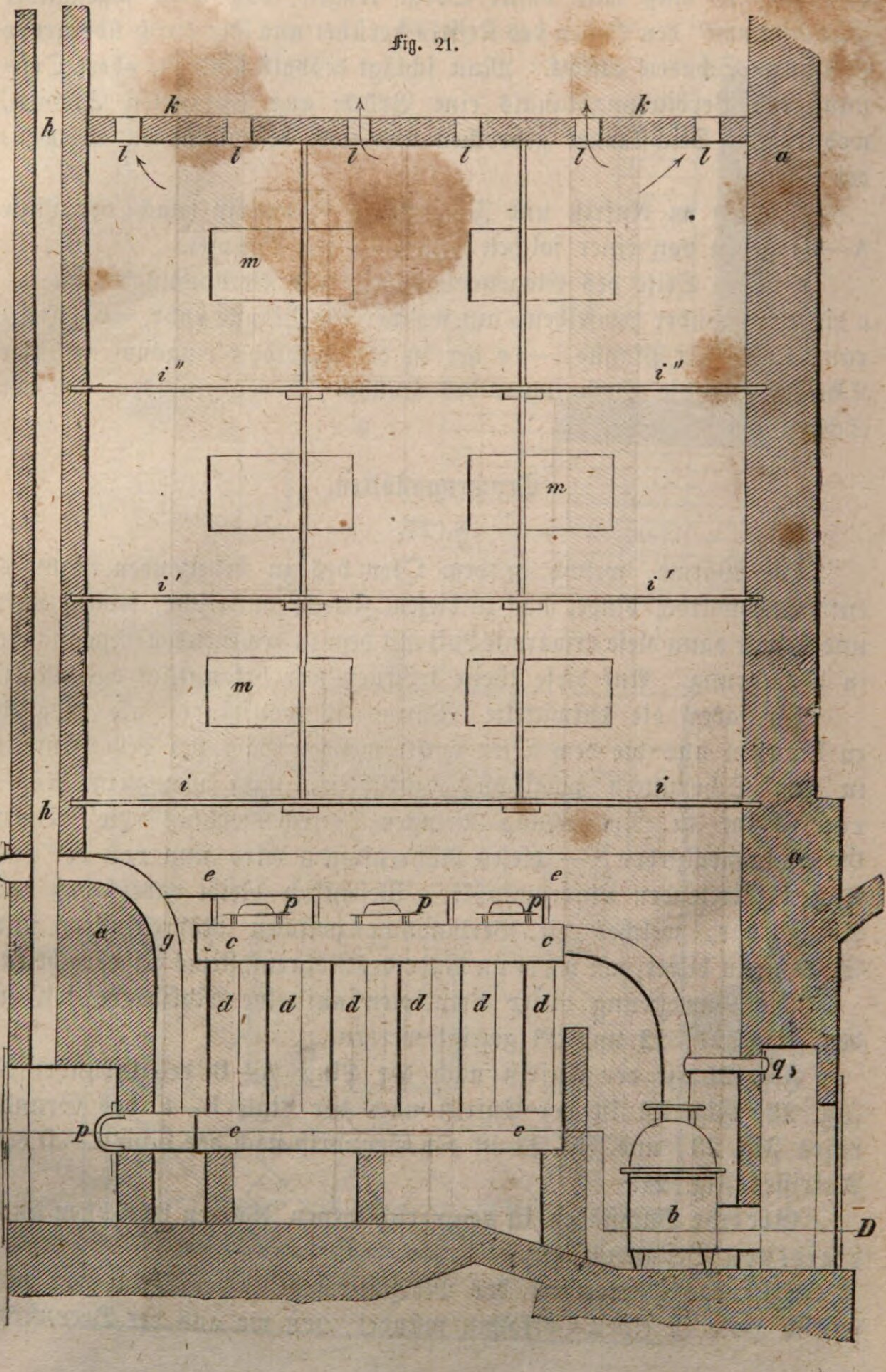
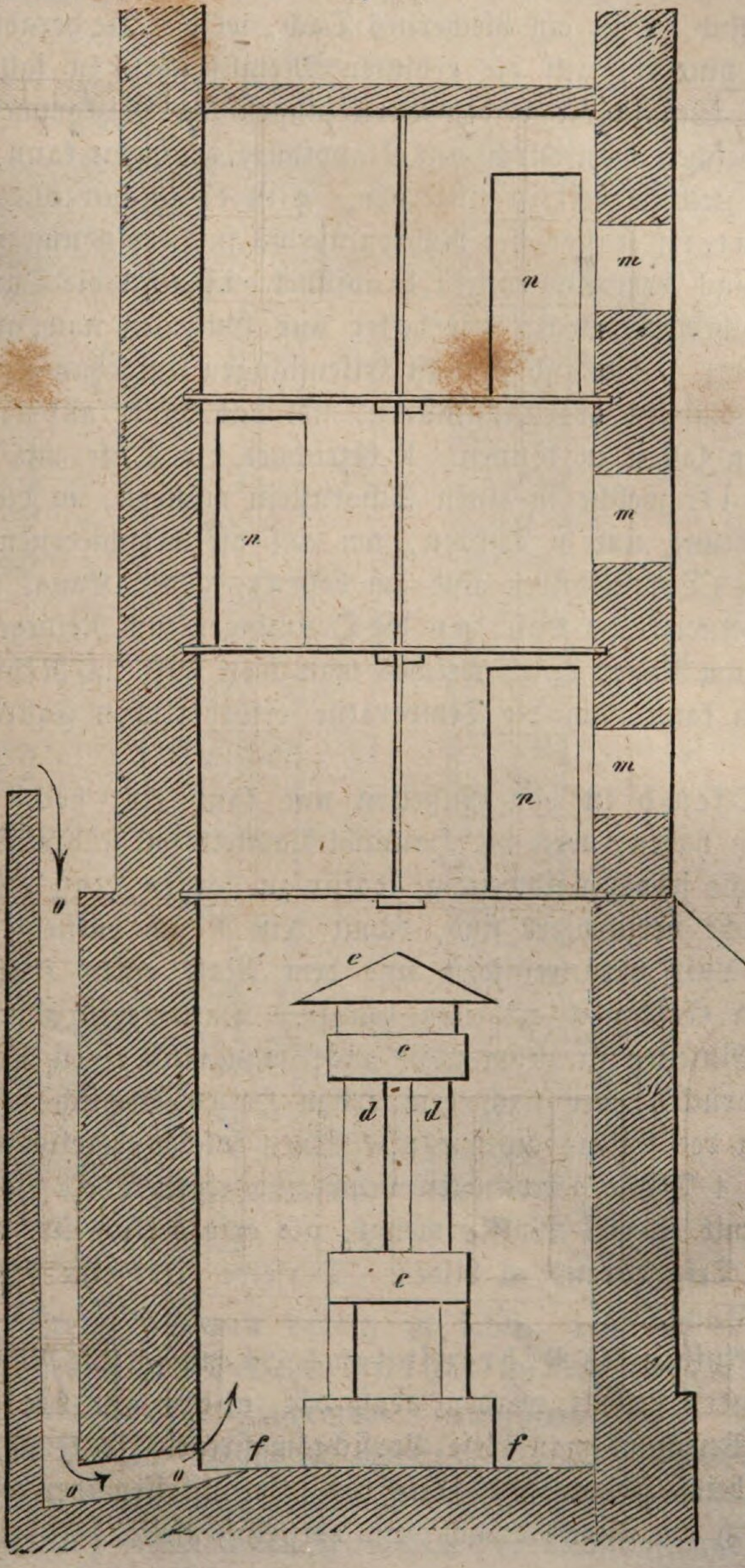


Fig. 22,



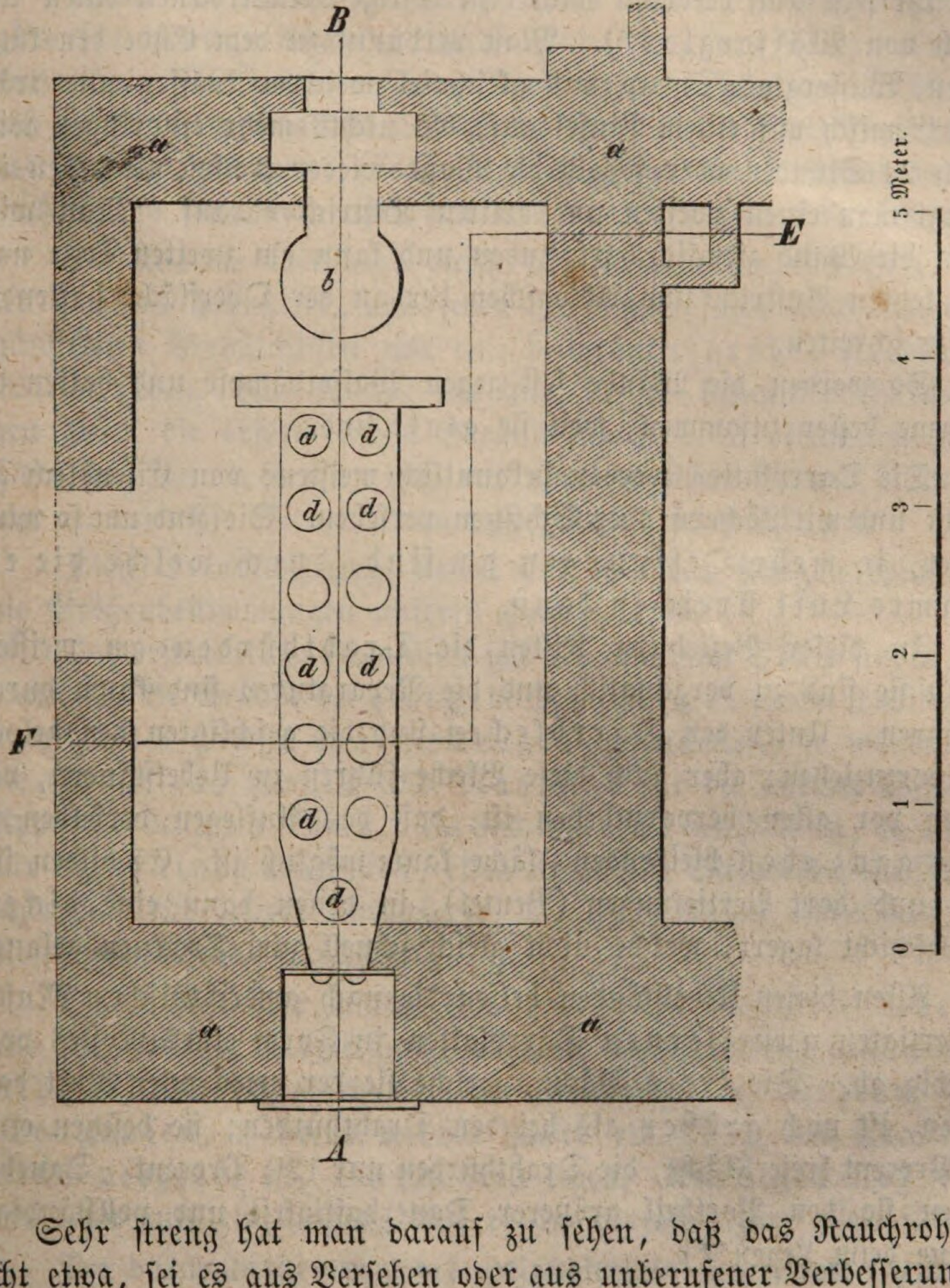
eingeschoben wird. c und d bilden das Röhrensystem, bestehend aus den beiden Eisenblechkasten c und c, welche durch die Blechrohre d d verbunden sind. e ist ein blechernes Dach, welches die herabfallenden Malzkeime hindert, auf die erhitzten Metallflächen zu fallen, und ihnen ihren Weg in die beiden Vertiefungen der Heizkammer f f anweist, zu welchen man durch eine Klappthüre gelangen kann, um die Keime von Zeit zu Zeit zu entfernen. g ist das Rauchrohr, welches mit dem untern Kasten des Röhrensystems in Verbindung steht und den Rauch nach dem Schornstein h abführt. i i i sind die Darrplatten aus durchlöchertem Blech (oder besser aus Gußeisen nach amerikanischer Manier). Sie sind mittelst Eisenstangen aufgehangen und besitzen zwei Klappen oder Fallthüren, um das Malz auf die untere Etage fallen lassen zu können. k bezeichnet die Decke mit den Abzugslöchern l l, welche in einen Schornstein münden, m die Fenster zur Beleuchtung und n Thüren, um auf die verschiedenen Etagen zu gelangen (Doppelthüren sind am besten), o den Kanal zur Einführung trockner kalter Luft, p p die Oeffnungen zum Reinigen, q die Oeffnung zum Rohr, durch welches man kalte Luft ins Röhrensystem treten lassen kann, um die Temperatur erforderlichen Falles herabzudrücken.

Der Ofen b ist von Gußeisen und kann eine höchst einfache Konstruktion haben, weil die Hauptwirksamkeit im Röhrensystem beruht. Es ist jedoch nothwendig, dafür zu sorgen, daß alle Fugen desselben dicht verschmiert sind, damit kein Rauch entsteht, der die eintretende Luft verunreinigen und dem Malz einen fremdartigen Geruch oder Geschmack ertheilen könnte. Dazu reicht aber das gewöhnliche Einsetzen in Lehm nicht aus, man muß einen Kitt in die Falzen eindrücken, der nach dem ersten Heizen ziemlich fest an die Wandungen des Eisens anschmilzt. Einen solchen bereitet man sich, indem man 4 Theile getrockneten Lehm und einen Theil Borax nach und nach mit so viel Wasser mengt, als erforderlich ist, einen geschmeidigen Teig daraus zu bilden. Derselbe giebt eine sehr dauerhafte Verkittung.

Beim Aufbau des Röhrensystems c d müssen die Röhren stets so in einander gesteckt werden, daß die obern in die untern münden. Versäumt man diese Vorsichtsmaßregel, so kommt es wol vor, daß beim Heizen mit feuchten Brennstoffen der verdichtete Theer durch die Fugen dringt, an der Außenseite herabrinnt und

beim fortgesetzten Heizen einen widerwärtigen Gestank im Trockenhause verbreitet.

Fig. 23.



Sehr streng hat man darauf zu sehen, daß das Rauchrohr g nicht etwa, sei es aus Versehen oder aus unberufener Verbesserungssucht, an dem obern Blechkasten c angebracht wird. In diesem Falle würde nämlich der ganze untere Theil des Röhrensystems, mit Inbegriff der Verbindungsröhren d völlig wirkungslos werden und die Darrung vielleicht den dreifachen Brennstoffaufwand erfordern.

Die Wände der Malzdarre sollen aus gutem Material und nicht zu dünn aufgemauert werden, zumal wenn dieselben etwa von allen Seiten ziemlich frei stehen sollten. Die Innenseite soll glatt verputzt sein und bekommt nach dem völligen Austrocknen einen Anstrich von Wasserglas*). Man verdünnt zu dem Ende den käuflichen Wasserglas-Syrup mit gleichviel weichem Wasser und trägt dies Gemisch mit einem Pinsel auf, bis nichts mehr eindringen will. Nach 24 Stunden oder sobald die Wand wieder trocken geworden ist, bringt man einen zweiten und dritten Anstrich darauf. Man wird dann die Wand ziemlich hart finden und kann am zweiten Tage nach dem letzten Anstrich zum Abwaschen der an der Oberfläche haftenden Salze schreiten.

So werden die Wände fest gegen Wasserdämpfe und halten die Wärme besser zusammen, weil sie glatt sind.

Die Darrplatten werden bekanntlich meistens von Eisenblech gemacht und mit Löchern oder Schlitzen versehen. Sie sind um so wirksamer, je mehr Oeffnungen da sind, durch welche die erwärmte Luft streichen kann.

In dieser Beziehung leisten die Drahthürden am meisten, allein sie sind zu vergänglich und die Reparaturen sind kaum durchzuführen. Unter den Darrblechen sind die geschlitzten den gelochten vorzuziehen; aber auch diese Bleche führen zu Uebelständen, von denen vor allen hervorzuheben ist, daß das Auflegen derselben zu einer ganz eben bleibenden Fläche kaum möglich ist. Es bilden sich hier und dort Vertiefungen (Beutel), in denen dann eine dickere Malzschicht lagert, welche nicht gleich schnell zum Trocknen gelangt.

Allen diesen Uebelständen helfen die nach amerikanischem Muster verfertigten gußeisernen Darrplatten in Form eines Rostes vollständig ab. Die freie Fläche, welche sie der erwärmten Luft darbieten, ist noch größer als bei den Drahthürden; sie besitzen etwa 19 Procent freie Fläche, die Drahthürden nur 12½ Procent. Daneben bieten sie den Vortheil größerer Dauerhaftigkeit und vollständiger Ebene beim Legen**).

*) Wasserglas ist eine Kieselauflösung, welche beim Auftragen auf Kalkwände solche kieselhart und für feuchte Dämpfe unzugänglich macht (s. I. §. 104).

**) Ich habe solche Darrplatten in der Maschinenfabrik zu Johannisberg am Rhein gießen lassen, — es war aber wegen der geringen Nachfrage nicht möglich,

Nachdem wir uns den Apparat in seinen einzelnen Theilen betrachtet haben, werden wir auch die Frage: Wie groß und in welchem Verhältniß zu einander sollen diese Theile sein? noch beantworten müssen.

Wenn wir das feuchte Malz darren wollen, so müssen wir eine gewisse Menge Wasser durch Einwirkung von Wärme daraus vertreiben. Die aufzuwendende Wärmemenge steht genau im Verhältniß zu der fortzuschaffenden Wassermenge. Da man die Wassermenge des Grünmalzes kennt (sie beträgt ungefähr ein Drittheil des Gewichts), so kann man auch den Wärmeaufwand überschlagen.

Die Wärme aber wird durch das Verbrennen von Holz, Kohlen u. s. w. producirt, und jeder Brennstoff kann auch unter den günstigsten Verhältnissen nur eine beschränkte größte Ausbeute an Wärme geben. Also können wir auch für die bekannten Wärmemengen gleich die erforderlichen Brennstoffmengen in Rechnung ziehen. Oder wir können sagen, daß mit einer gewissen Menge Brennstoff nur eine gewisse Menge Grünmalz gedarrt werden kann.

Diese Brennstoffmenge liefert uns nun den Ausgangspunkt für die Größenbestimmungen unseres Heizapparats.

Der erforderliche Brennstoff soll auf dem Rost Platz finden, und wenn alle Brennstoffe bei gleichem Maaße (z. B. einem Kubikmeter) auch gleich große Wärmemengen entwickelten, so würden wir die Größe des Rostes als Maaßstab für die andern Theile des Apparats benutzen können. Da das nun nicht der Fall ist, so müßten wir irgend einen Brennstoff, etwa mittelgute Steinkohle, zu Grunde legen und für andere Brennstoffe, die mehr Raum einnehmen, den Rost entsprechend vergrößern.

Oder aber wir müssen uns mit einer Rostgröße behelfen und die nöthige Ausgleichung dadurch herbeiführen, daß wir das mehr Raum erheischende Brennmaterial in kürzern Zwischenpausen, während welcher immer ein Theil des Brennstoffs bereits verzehrt ist, auf den Rost legen. Und diesen Weg wollen wir denn auch einschlagen, weil er am kürzesten zum Ziele führt.

Die durch Verbrennen des Heizmaterials auf einem Roste von bestimmter Größe entwickelte und zu unserer Verfügung stehende

---

einen fabrikmäßigen Betrieb darauf zu gründen. Und so ist diese Fabrikation (gleich der des Hopfenextrakts) wieder schlafen gegangen.

Wärmemenge soll nun mit der einströmenden trocknen kalten Luft in Verbindung treten. Dazu muß Gelegenheit geboten werden, indem man die Luft an das Röhrensystem treten läßt. Je mehr Wärme auf solche Weise an die Luft übertragen werden soll, desto größer muß natürlich auch die Oberfläche sein. Wenn wir uns der runden Verbindungsröhren bedienen, so erreichen wir diesen Zweck durch Vermehrung und Verlängerung derselben. Man kann aber auch die Verbindungsröhren viereckig machen, was zur Vergrößerung der Oberfläche sehr beiträgt. In diesem Falle sind die Größenverhältnisse der Röhren nach der in der unten folgenden Tabelle bemerkten Oberfläche des ganzen Röhrensystems leicht zu berechnen.

Durchmesser des runden Ofens. Decimeter.	Durchmesser der runden Röhren. Decimeter.	Länge der runden Röhren. Decimeter.	Oberfläche des Röhrensystems. Quadratmeter.	Flächenraum der Darrplatten insgesammt. Quadratmeter.	Tägliche Verarbeitung von Grünmalz. Kubikmeter.
4	1.33	38	4.77	11.45	1.527
5	1.66	47	7.46	17.91	2.387
6	2.00	56	10.74	25.79	3.438
7	2.33	66	14.62	35.10	4.680
8	2.66	76	19.10	45.48	6.112
9	3.00	85	24.17	58.02	7.736
10	3.33	95	29.84	71.63	9.550
11	3.66	104	36.11	86.67	11.557

Englische Darre.

§. 28.

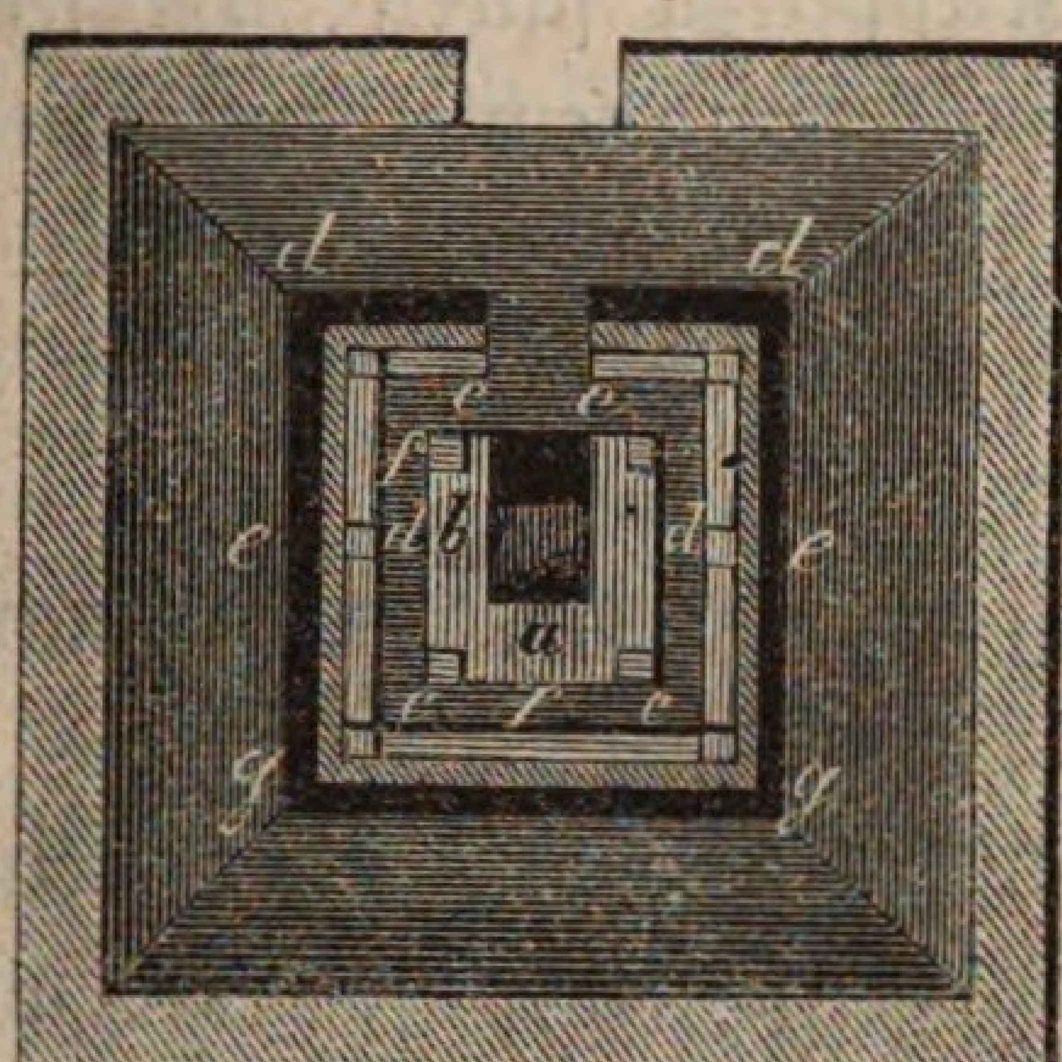
Diese sehr verbreitete und als eine der bessern Konstruktionen geltende Darre soll aus dem Grunde hier vollständiger (nach Muspratt) beschrieben werden, um die derselben anklebenden Fehler aufzudecken und sie an den Orten, wo sie nun einmal vorhanden ist und nicht gleich durch einen bessern Apparat beseitigt werden kann, wenigstens in bessern Zustand zu setzen.

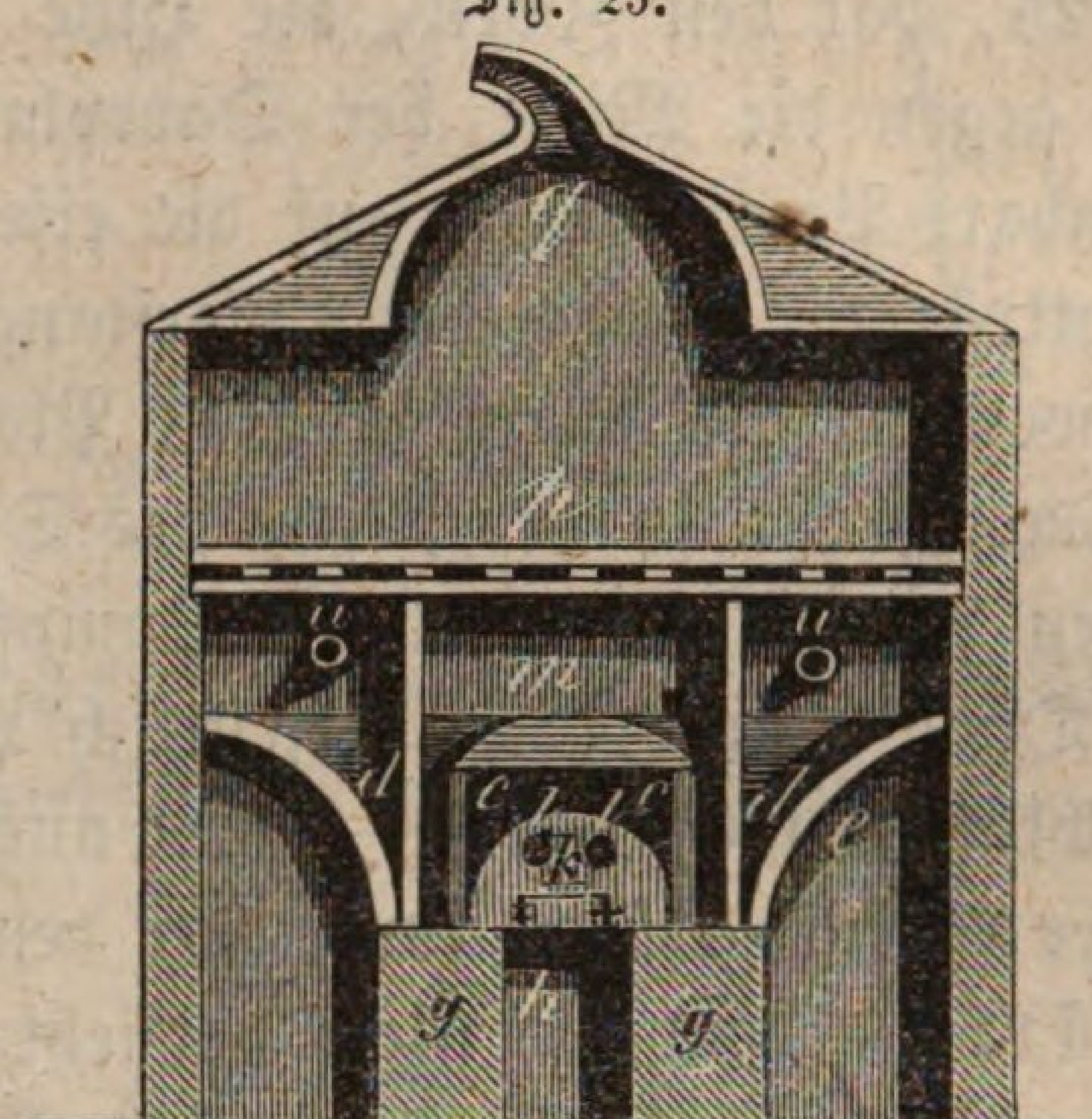
Das Malz soll hier mittelst geschlossener, unter die Darrfläche geleiteter Eisenblechröhren durch erwärmte Luft gedarrt werden. Fig. 24 zeigt den Grundriß, Fig. 25 den senkrechten Durchschnitt, Fig. 26 den horizontalen Durchschnitt und Fig. 27 den senkrechten Durchschnitt in der Ebene der Darrplatte.

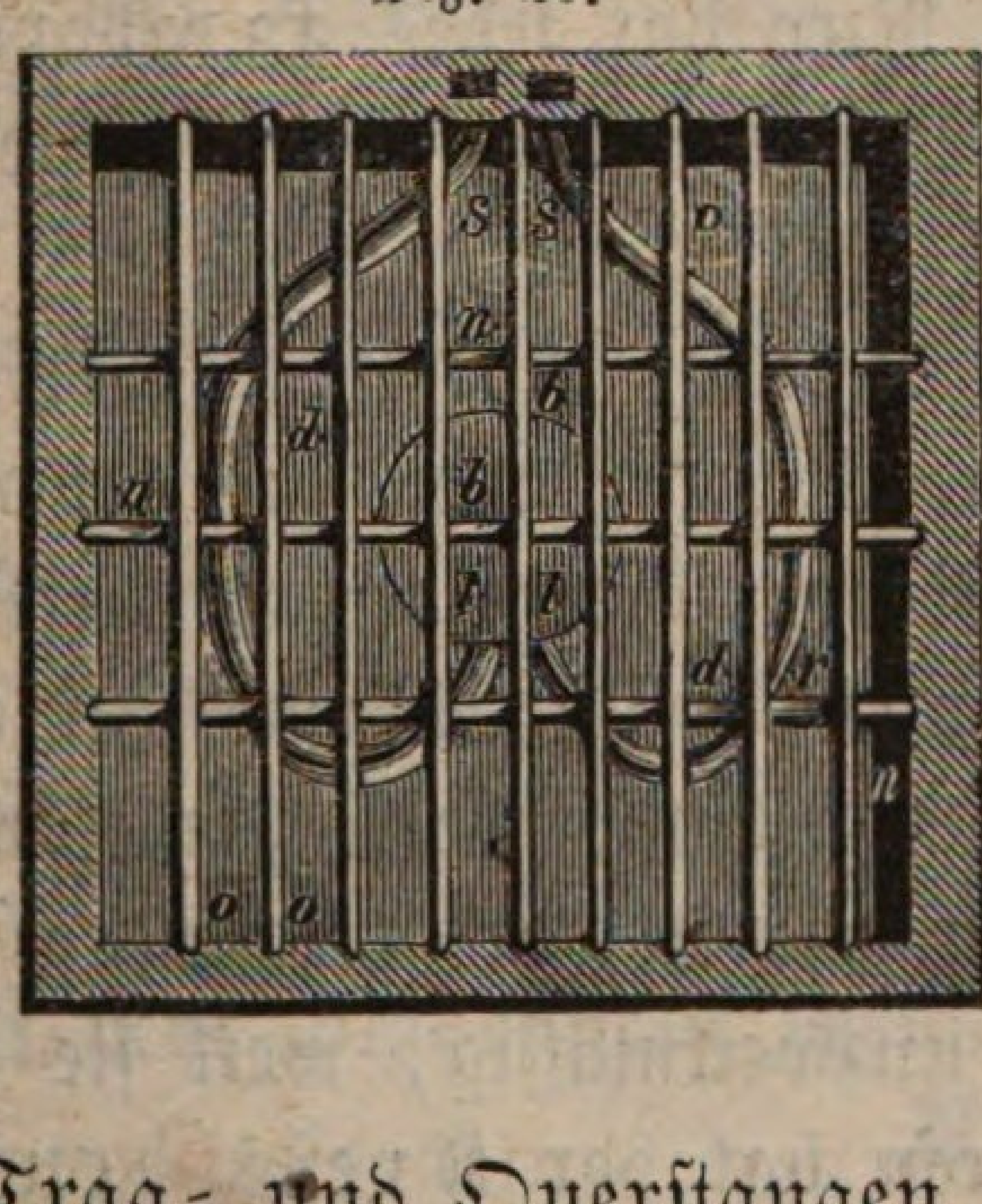
---

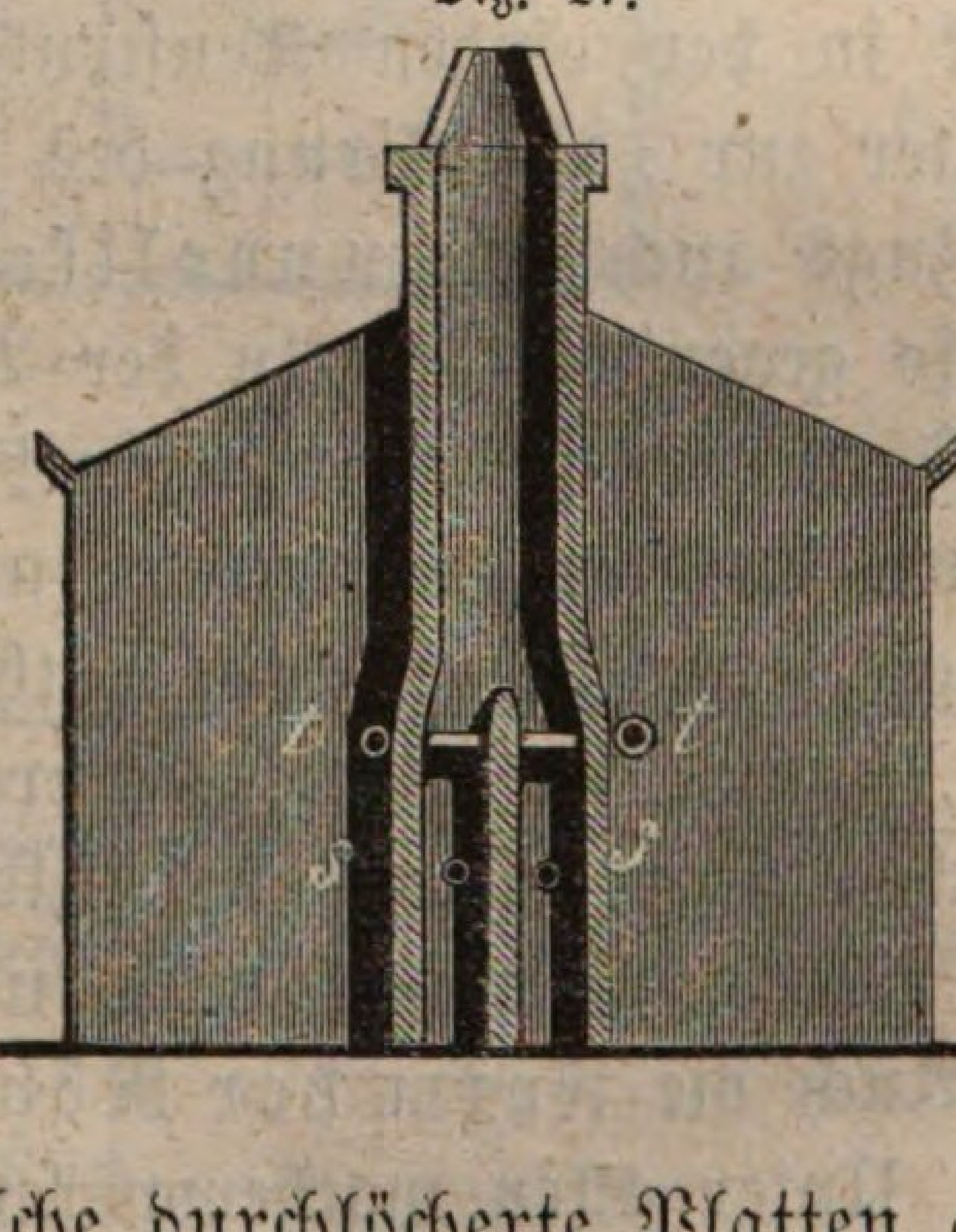
*) Es wird täglich viermal je 1 Decimeter hoch Grünmalz aufgegeben.

In der Mitte steht auf einer etwa 12 Decimeter hohen Backsteinmauer der gußeiserne, kuppelförmige Ofen b, etwa 23 Centimeter unter der Sohle des Ofens liegt der Rost a. Der Rauch zieht durch die zwei gleichmäßig vertheilten Röhren in den Schornstein. c c c c sind vier etwa 23 Centimeter starke Pfeiler aus Backsteinen, welche die steinerne Deckplatte m tragen; — d d d d d d sind ähnliche Stützen für


Fig. 24.


Fig. 25.


Fig. 26.


Fig. 27.

die Trag- und Querstangen, auf welche durchlöcherte Platten gelegt sind; e zeigt einen Gewölbebogen auf jeder der vier Seiten der Darre an; f ist ein Raum zwischen der Darre und dem Seitengewölbe, in welchem der Arbeiter zur Beaufsichtigung und Reinigung der Darre herumgehen kann. g g stellen Mauern an jeder Seite der Darre vor, auf denen die Bogen ruhen, h das Aschenloch, k die Ofenthür und l Ansatzröhren, welche die Röhren r r mit der Darre verbinden.

Die Rauchzüge oder Rauchröhren ruhen etwa drei Fuß von den Mauern und von den Darrplatten in gleicher Entfernung auf eisernen Trägern, die in dem Seitengewölbe befestigt sind. In Fig. 25 ist ihr vertikaler Durchschnitt durch die Buchstaben u u bezeichnet und bei s in Fig. 27 münden sie in den Schornstein, welcher mit zwei Registern oder Schieberplatten versehen ist, um den Zug reguliren zu können. Diese Register sind durch t t angedeutet; die Deckplatte m, Fig. 25, hat den Zweck, die Hitze seitwärts zu verbreiten, damit sie nicht gegen die Mitte der Darrplatte ansteigt, und verhindert verbrennbare Partikelchen, auf die eiserne Kuppel zu fallen; n n sind die Hauptträger, welche die Querstangen o o, von demselben Material, auf welchem die durchlöcherten Platten p liegen, unterstützen; q ist ein Dampfrohr in der Mitte des Daches, welches den von dem trocknenden Malze aufsteigenden Dampf entweichen läßt.

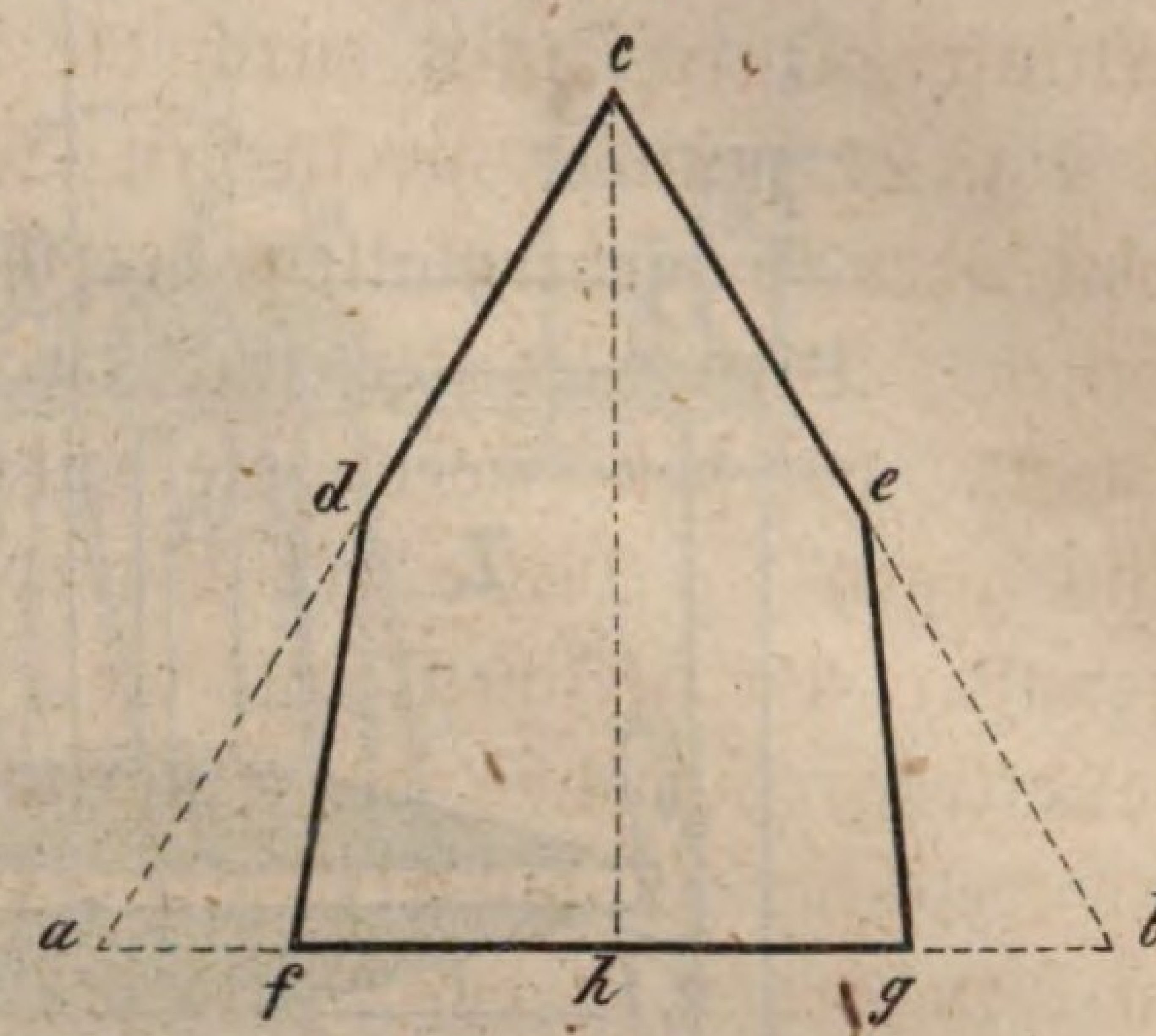
Diese Darre kann wesentlich verbessert werden, wenn man die Rauchkanäle u u, welche — wie aus der Zeichnung ersichtlich — aufsteigend fortgeführt sind, vor dem Eintritt in den Schornstein mit abwärts gehenden Knieen versieht. Die heißesten Gase werden dann nicht mehr, wie bisher, am schnellsten in den Schornstein schlüpfen, sondern im Rauchrohre zurückgehalten. Allerdings suchte man diesen Zweck in der obigen Konstruktion ebenfalls zu erreichen durch die Register zur „Regulirung des Zugs". Nur hat jedes Herabdrücken des Zugs auch eine unvollkommene Verbrennung im Gefolge und ist also gegen die Regeln der Brennstoff-Oekonomie.

Ferner muß dafür gesorgt werden, daß der Zutritt der frischen trocknen Luft besser regulirt und an die Rauchröhren geleitet wird. Zu dem Ende ist es auch nöthig, die Rauchröhren etwas tiefer zu legen, zumal sie ohnedies durch die strahlende Wärme bei einer einfachen Darre leicht zur Bildung von Glasmalz beitragen können, wenn sie den Darrhürden so nahe liegen wie in der Zeichnung.

Auch die Form der Röhren ist unzweckmäßig, weil sie rund sind. Unter allen mathematischen Figuren hat der Kreis den geringsten Umfang bei gleichem Inhalt, folglich bieten auch die kreisrunden Röhren die geringste Oberfläche dar. Der Uebertritt des Wärmestoffs in den Raum unter den Darrplatten findet aber Statt nach Maaßgabe der Oberfläche der Röhren, — man muß deshalb Bedacht nehmen auf die Vergrößerung der Oberfläche, sei es durch Verlängerung der Röhrenstränge oder durch eine eckige Form

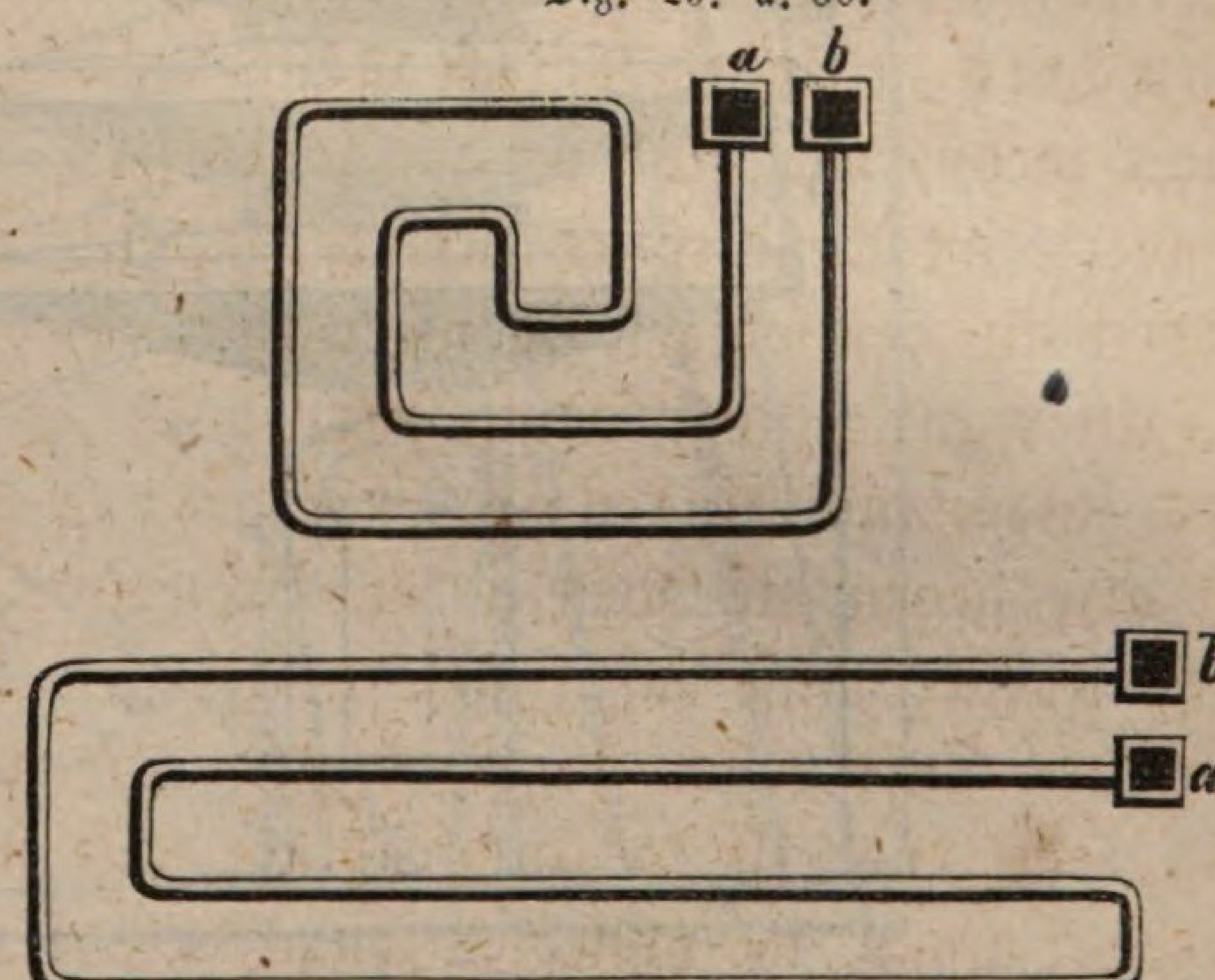
der Röhren oder durch beides. Die zweckmäßigsten sind die fünfeckigen, welche den Darrplatten eine scharfe Kante entgegensetzen und dadurch das Liegen von Malzkeimen unmöglich machen (was bekanntlich einen brenzlichen Geruch verbreitet und dem Malz mittheilt; dabei ist's auch feuergefährlich). Sie sind nach Dimensionen gemacht, zu denen man durch folgende Konstruktion gelangt.

Fig. 28.



Die Linie a b wird in 5 Theile getheilt und über derselben ein gleichseitiges Dreieck a c b beschrieben. Die beiden Seiten a c und b c werden halbirt und dann die Linien d f und e g gezogen. Das Fünfeck f d c e g ist dann der gesuchte Querschnitt der Rauchröhren. Die Höhe des Rohres nach der Linie c h kann etwa 4 Decimeter betragen.

Fig. 29. u. 30.



Endlich noch thut man auch besser, die Vertheilung der Röhren unter den Darrplatten regelmäßiger zu machen. Ist der Raum quadratisch, so legt man den Röhrenstrang so wie in Fig. 29; — ist der Darrraum aber länglich viereckig, so legt man ihn wie in Fig. 30; — bei a ist der Röhrenstrang mit dem Ofen und bei b mit dem Schornstein verbunden.

Rauchdarre.

§. 29.

Auf Befragen theilte ich im „Bierbrauer" Jahrgang 1861 S. 90 den Entwurf zu einer bessern Rauchdarre mit Koksfeuerung mit. Diese Konstruktion ist an mehreren Orten ausgeführt und man hat sich mit den Leistungen derselben vollkommen zufrieden erklärt. Ich lasse deshalb die Beschreibung hier folgen.

Tonnar's Malz-Trocken-

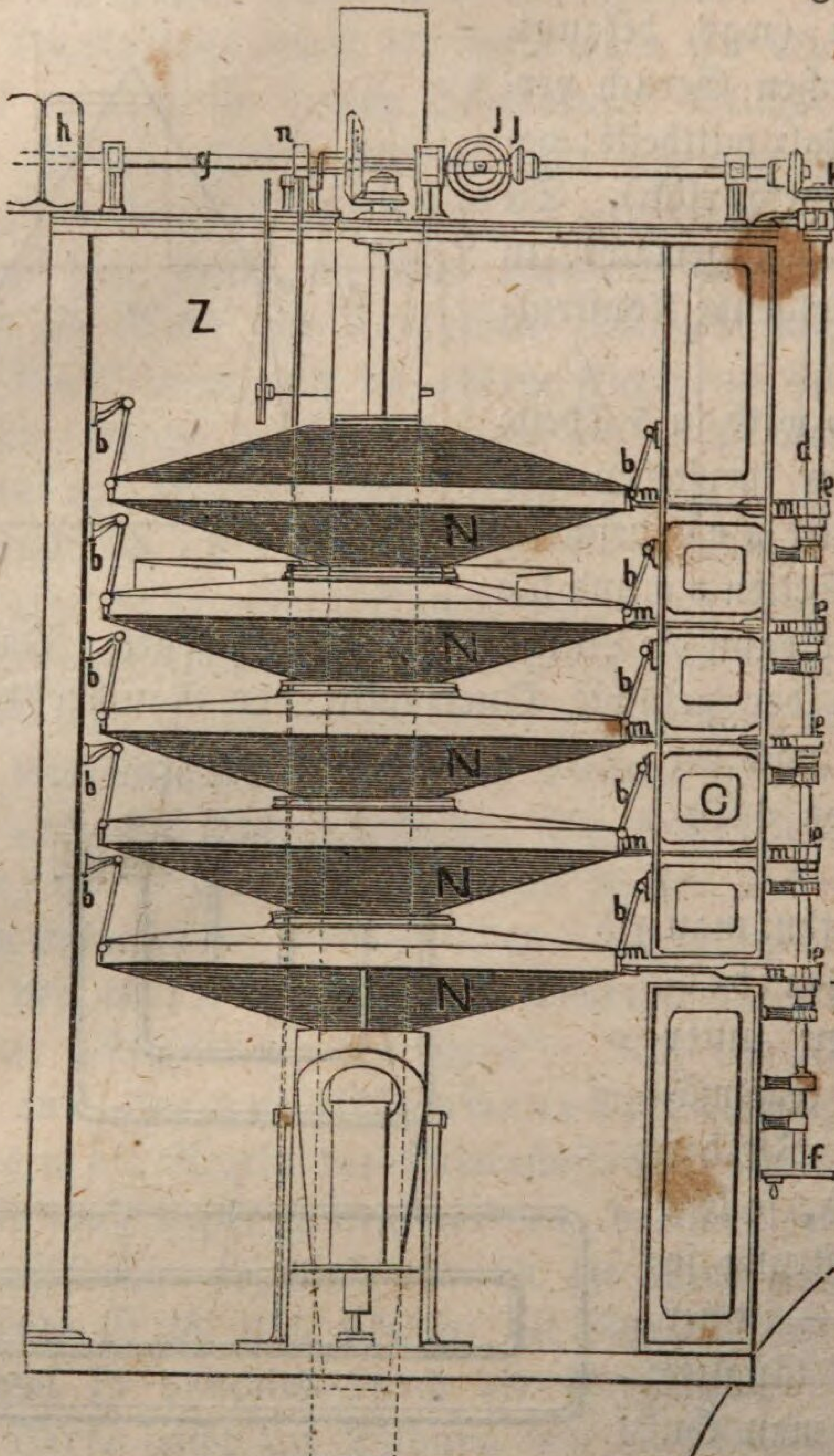


Fig. 32. **Vordere Ansicht.**

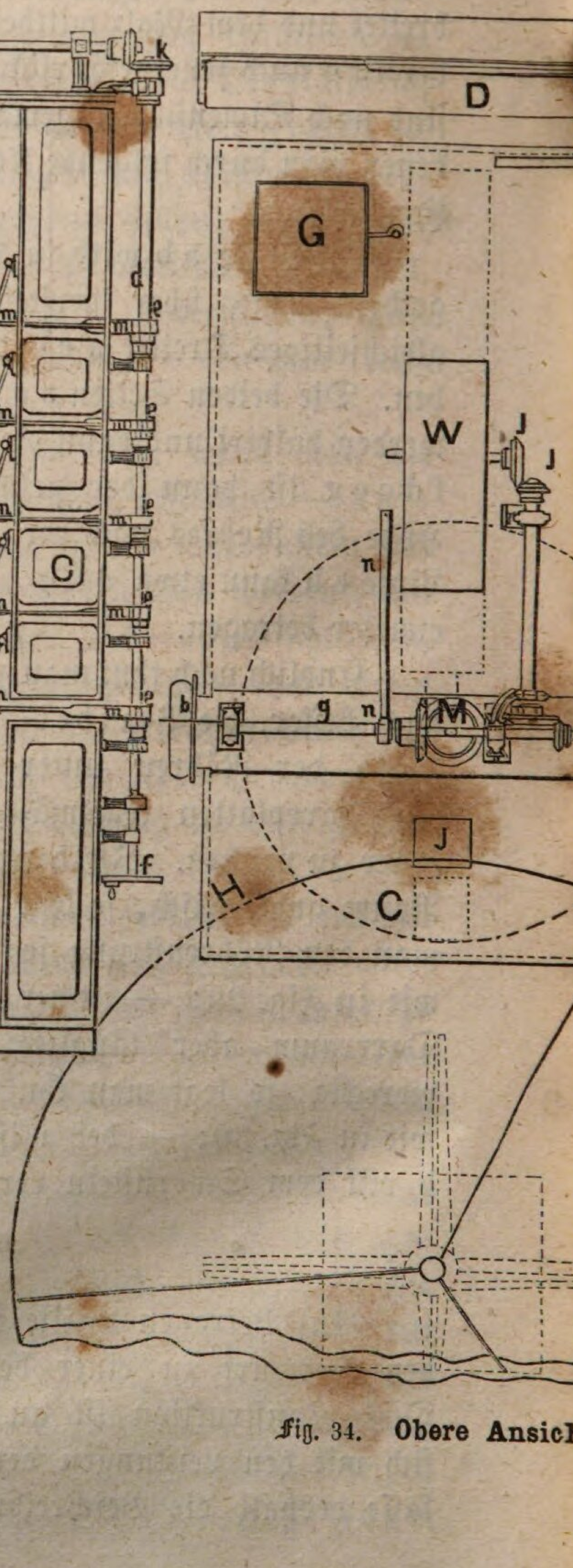


Fig. 34. **Obere Ansicl**

...und Reinigungs-Maschine.

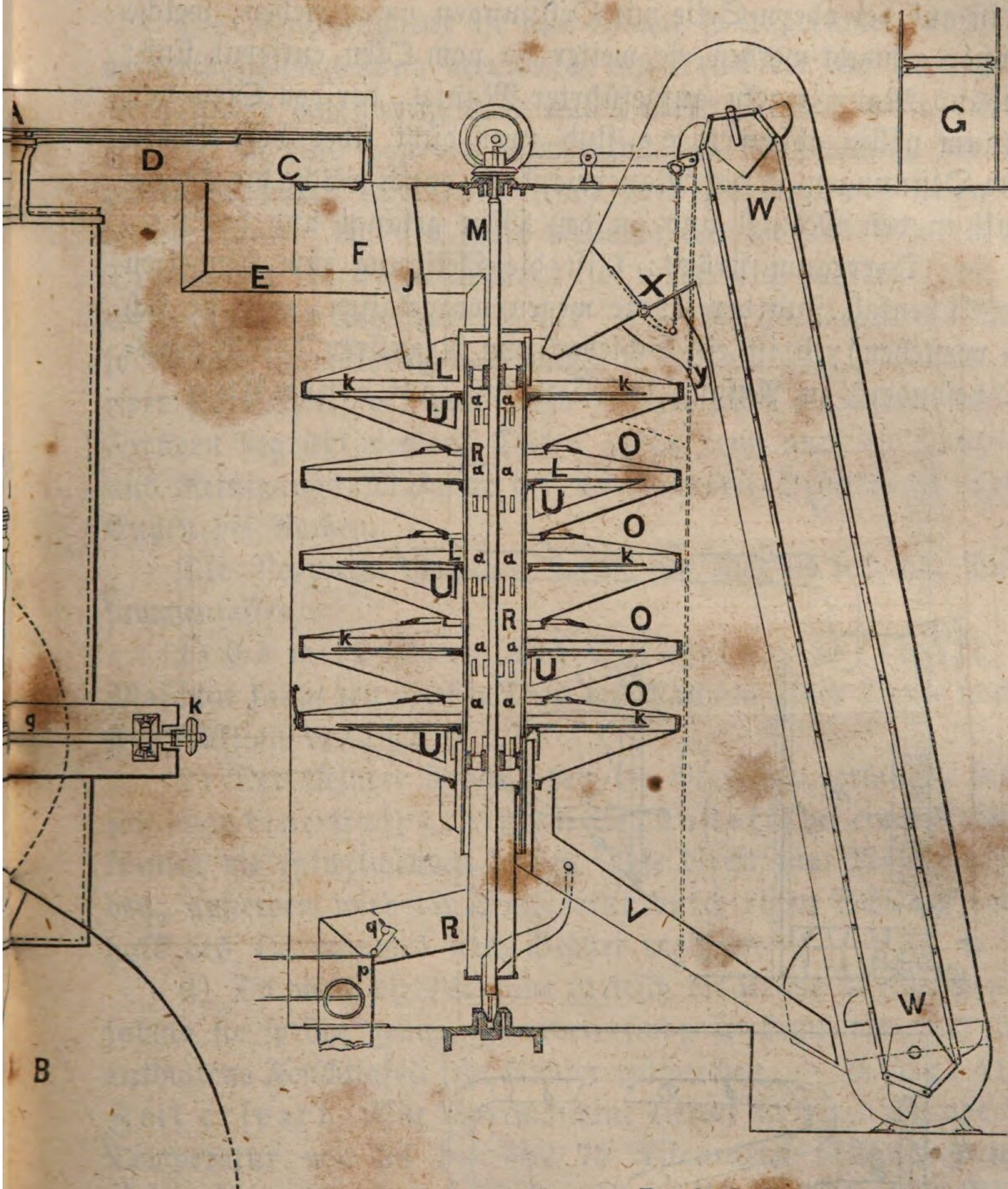
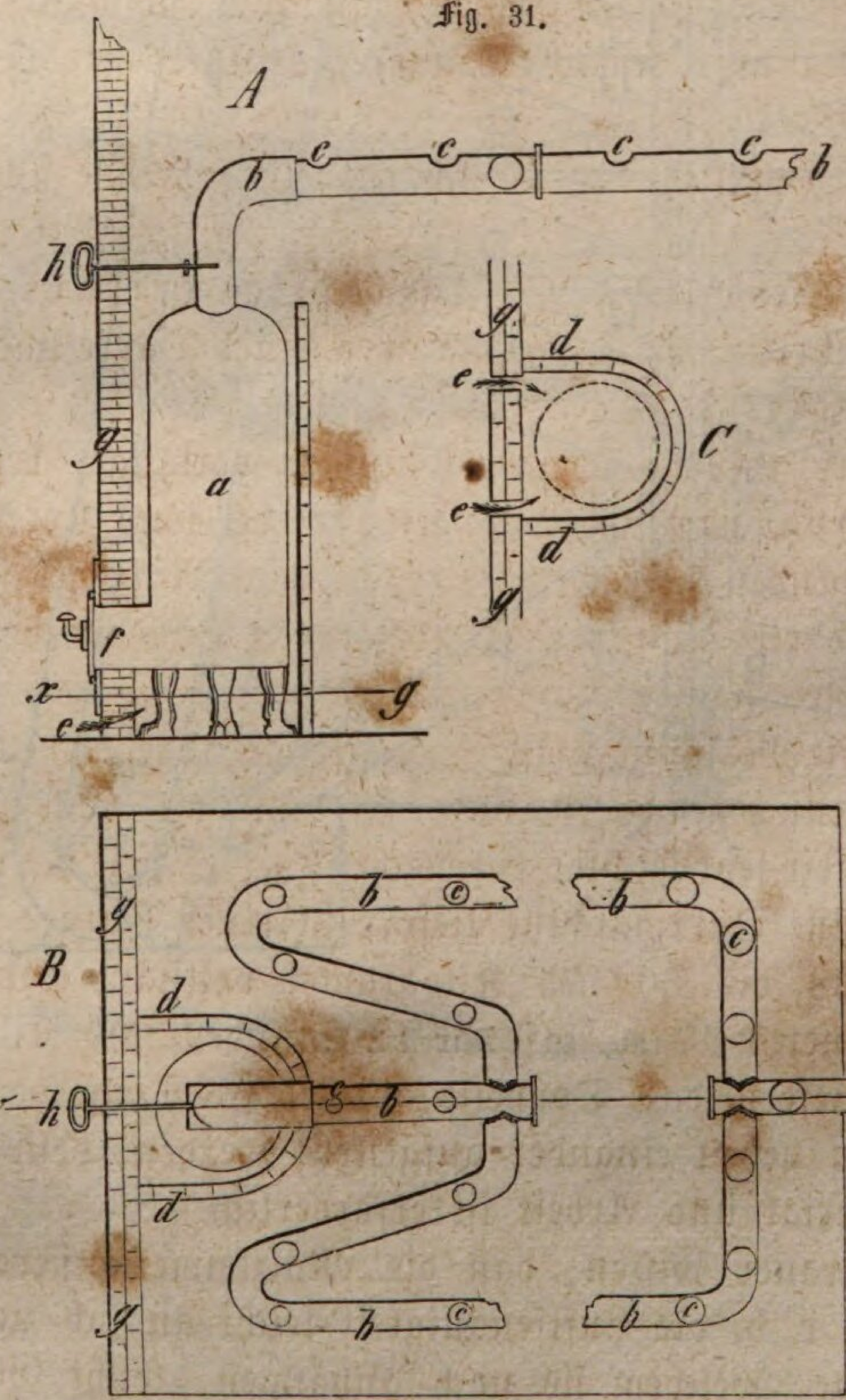


Fig. 33. **Durchschnitt.**

In nachstehender Fig. 31 zeigt **A** den Aufriß nach der Linie v—w im Grundriß **B**. **C** zeigt den Mantelofen im Grundriß nach der Linie x—y bei **A**. a ist der Ofen aus Gußeisen; b das Leitungsrohr für die heißen Gase; es ist auf der obern Seite mit Oeffnungen c c versehen, welche um so größer gemacht werden, je weiter sie vom Ofen entfernt sind; d d ist ein aus Mauerziegeln aufgeführter Mantel, der den Ofen von dem Heizraum völlig absperrt; e e sind zwei dicht über dem Boden angebrachte Oeffnungen in der Mauerwand g, durch welche die äußere trockne Luft in den Mantel und an den Ofen gelangt und dann erwärmt in den Darrraum strömt; f ist die Oeffnung zum Einheizen (Rost und Aschenfall sind der Kürze wegen weggelassen, weil sie sich von selbst verstehen); h ist ein Schieber zum Reguliren der Luftausströmung, besonders zu Anfang des Darrens, auf einer Etage.

Fig. 31.



Tonnar's Malz-Trocken- und Reinigungs-Maschine.

§. 30.

Die Menschennatur ist nun einmal so eingerichtet, daß sie durch mangelhafte Erziehung oder durch den Druck der auf sie einwirkenden Verhältnisse halsstarrig wird und bösen Willen zeigt. Die Bierbrauerei ist eins von den Gewerben, wo die Stellung des Arbeitspersonals unter Umständen leicht zum Brütnest des bösen Willens werden kann. Und es giebt vielleicht kein zweites Gewerbe, wo die Drachensaat des bösen Willens so verderblich werden kann für den Geldbeutel des Arbeitgebers, als — — die Bierbrauerei. Weil dem so ist und vermuthlich noch lange so bleiben wird, deshalb muß ein jeder Fortschritt, der dem bösen Willen einen Kappzaum anlegt, mit Freuden begrüßt werden. Dahin gehört denn auch die Malz-, Darr- und Reinigungs-Maschine des Bierbrauerei-Besitzers A. Tonnar in Eupen bei Aachen.

Die Vortheile derselben lassen sich kurz in folgende Punkte zusammenfassen.

1) Es wird Raum und Anlagekapital erspart, da eine Maschine kaum den dritten Theil des Raumes einer Darre nach älterer Konstruktion verlangt.

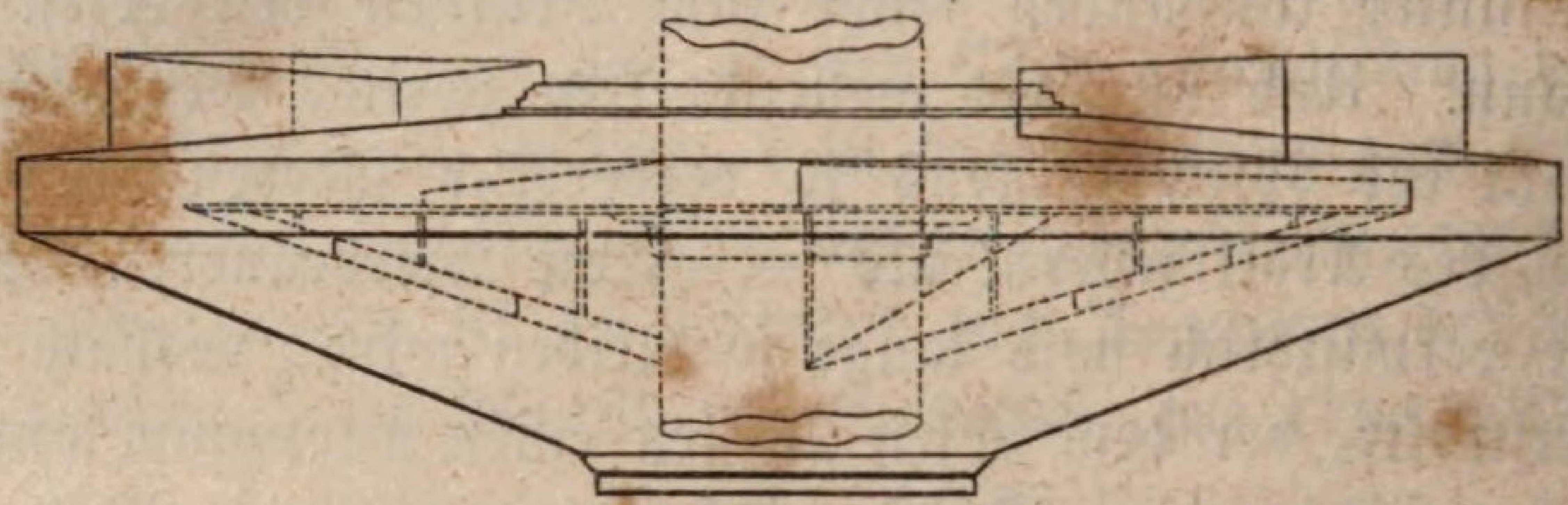
2) Der kleinere Raum, den die Maschine verlangt, bedingt an sich schon eine Ersparniß an Brennstoff; bei einer Koksfeuerung können die entweichenden heißen Gase direkt zum Malz gelassen werden; außerdem wird die Temperatur durch einen Schieber von außerhalb des Darrraumes nach Bedarf regulirt.

3) Da durch die Maschine zugleich die Keime abgebrochen werden, sobald sie spröde genug geworden sind, so kann die noch im Korn enthaltene Feuchtigkeit jetzt leichter entweichen, — es wird also auch Zeit erspart. Eine Darrmaschine liefert in einer Stunde bei einer Temperatur von 38 bis 60° 75 Kilogramm vollständig und ganz gleichmäßig getrocknetes Malz, also in 12 Stunden 900 Kilogramm. Zwei Maschinen liefern das Doppelte, drei das Dreifache u. s. w. Je mehr Maschinen neben einander aufgestellt werden, desto weniger Raum, Brennmaterial und Arbeit ist erforderlich.

4) Die Bierbrauer wissen, daß die Malzkeime außerordentlich hygroskopisch sind, d. h. die Luftfeuchtigkeit leicht an sich ziehen und dadurch dem Malze, welchem sie noch anhängen, leicht Gefahr be-

reiten können. Die in Rede stehende Maschine duldet keine Keime am Malz, und deshalb kann man mit Recht sagen, daß sie der Haltbarkeit des Malzes Vorschub leistet.

5) Es werden auch Arbeitskräfte erspart, und zwar Arbeitskräfte, denen die ungesunde Arbeit auf der Malzdarre alten Styles oblag. Die Darrmaschine wird durch Dampfkraft in Arbeit erhalten und es genügt ein geringer Kraft-Aufwand dazu.



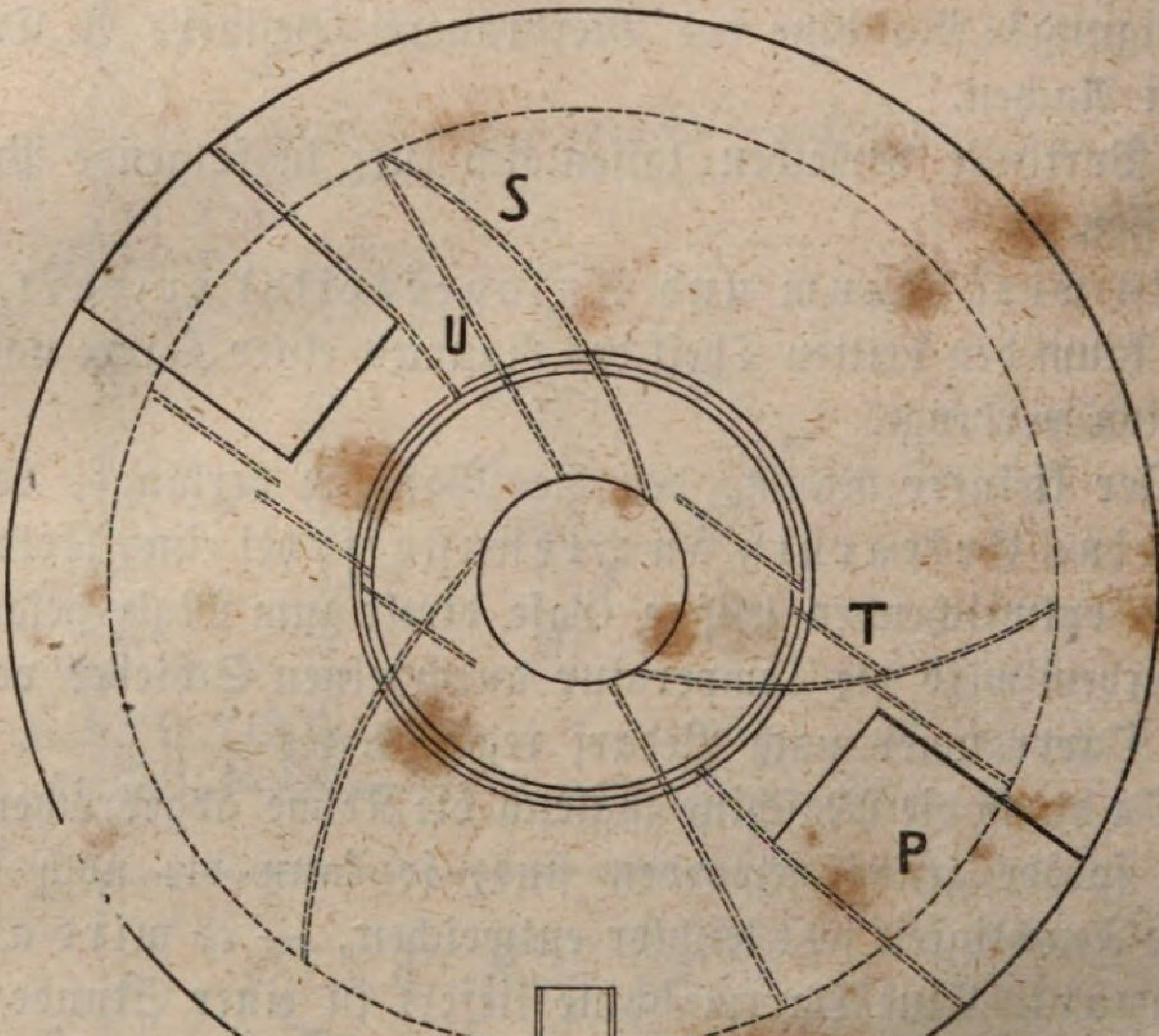


Fig. 35. **Körbe.**

§. 31.

Die vor- und nachstehenden Abbildungen Fig. 32—41 stellen die Maschine dar.

Diese Maschine ist wol eine der wichtigsten Konstruktionen, welche seit vielen Jahren für die Zwecke des Bierbrauers mit Erfolg ver-

sucht wurden. Ich bin im Stande, dem Leser nunmehr die Konstruktionszeichnungen und die Beschreibung derselben mitzutheilen, nachdem der Erfinder die nachgesuchten Patente in den Bier brauenden Staaten erhalten hat.

Ich beziehe mich auf frühere Artikel (s. Bierbr. Jahrg. 1861 S. 56 und 182) bezüglich der Vortheile dieser Maschine und gehe zur Beschreibung ꝛc. derselben nach den gefälligen Mittheilungen des Herrn Erfinders über.

„Die in Zeichnung dargestellte Maschine hat den Zweck, das Malz auf eine bessere Art darren und reinigen zu können, als es bis jetzt auf den bekannten Darrhorden ꝛc. möglich war.

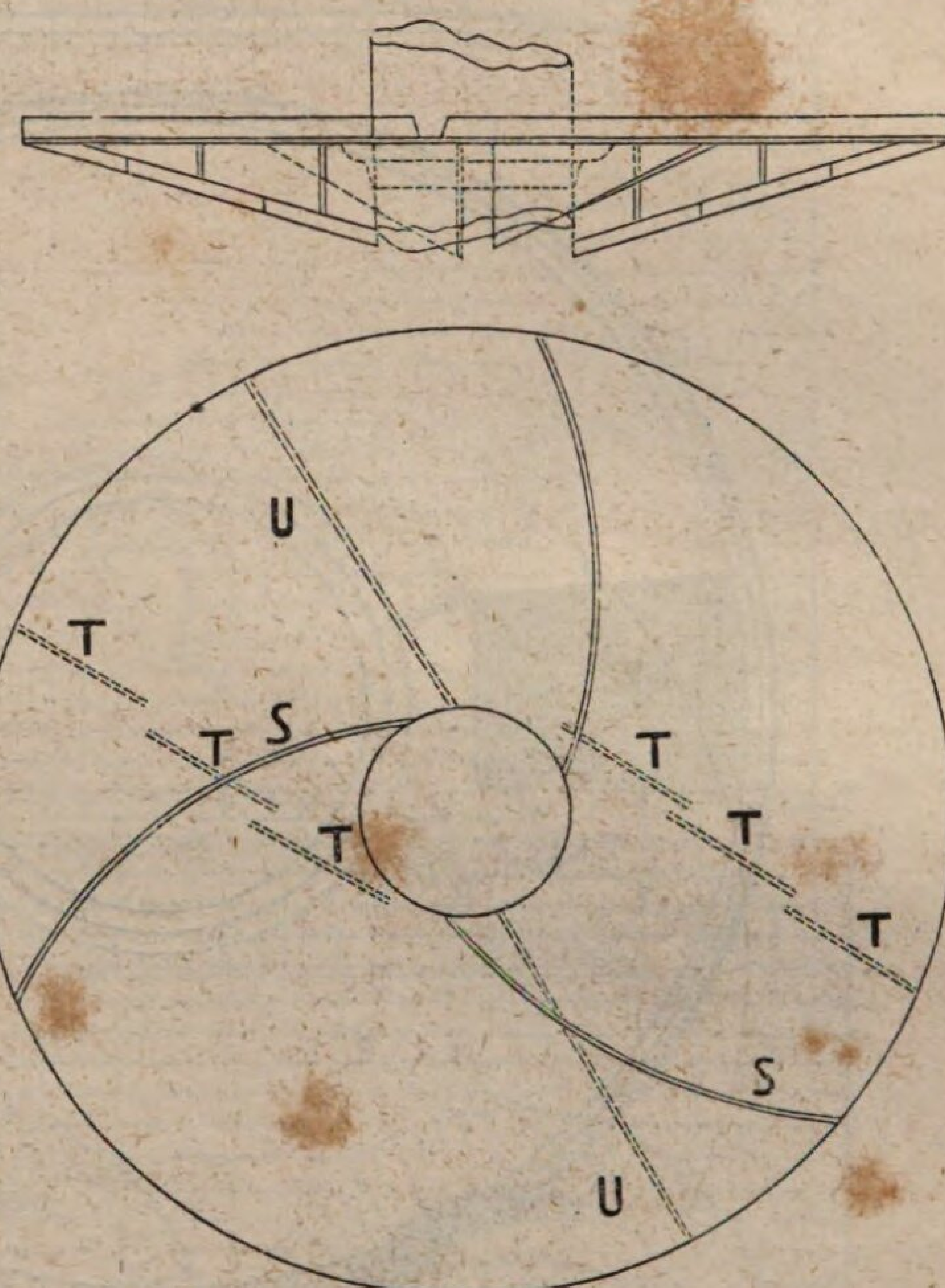


Fig. 36. **Scheiben.**

„Das zu trocknende Malz wird zuvörderst vom Luftspeicher in den großen Behälter A gebracht (Fig. 33), welcher in 3 Theile, wie B (Fig. 34) zeigt, getheilt ist, zum Antrocknen des Malzes benutzt; in dem unteren Raume D, welcher durch einen durchlöcherten Boden mit A verbunden ist, wird durch das Rohr E vermittelst der Klappe F die Wärme zugeführt; außerdem wird durch die Klappe C die überflüssige Wärme aus der Maschine, nachdem vorher die feuchte Luft durch das Rohr G abgeführt worden, dem Raume D ebenfalls zugeführt. Der Behälter A wird so gedreht, daß eine der Oeffnungen H gegen den Trichter J steht, und aus diesem die Maschine mit dem angetrockneten Malze gefüllt. Durch den Trichter J fällt das Malz auf die Scheibe K; welche durch das Ringstück L um ein Rohr R von Eisenblech befestigt und dieses durch zwei gußeiserne Kreuze Q auf der Axe M be-

festigt ist; wie aus Fig. 33 erhellt, sind fünf solcher Scheiben auf genannter Axe befestigt, und bewegen sich dieselben in trichterförmigen Körben N, deren unterer Theil, wie Fig. 32 zeigt, aus Drahtgewebe gebildet ist. Die Deckel O derselben sind von Eisenblech und befinden sich in jedem vier Oeffnungen P, welche mit Drahtgeweben überzogen und mit einer Kapsel, damit die Keime nicht hineinfallen, wie Fig. 37 zeigt, überdeckt sind. Die Scheiben K werden durch die

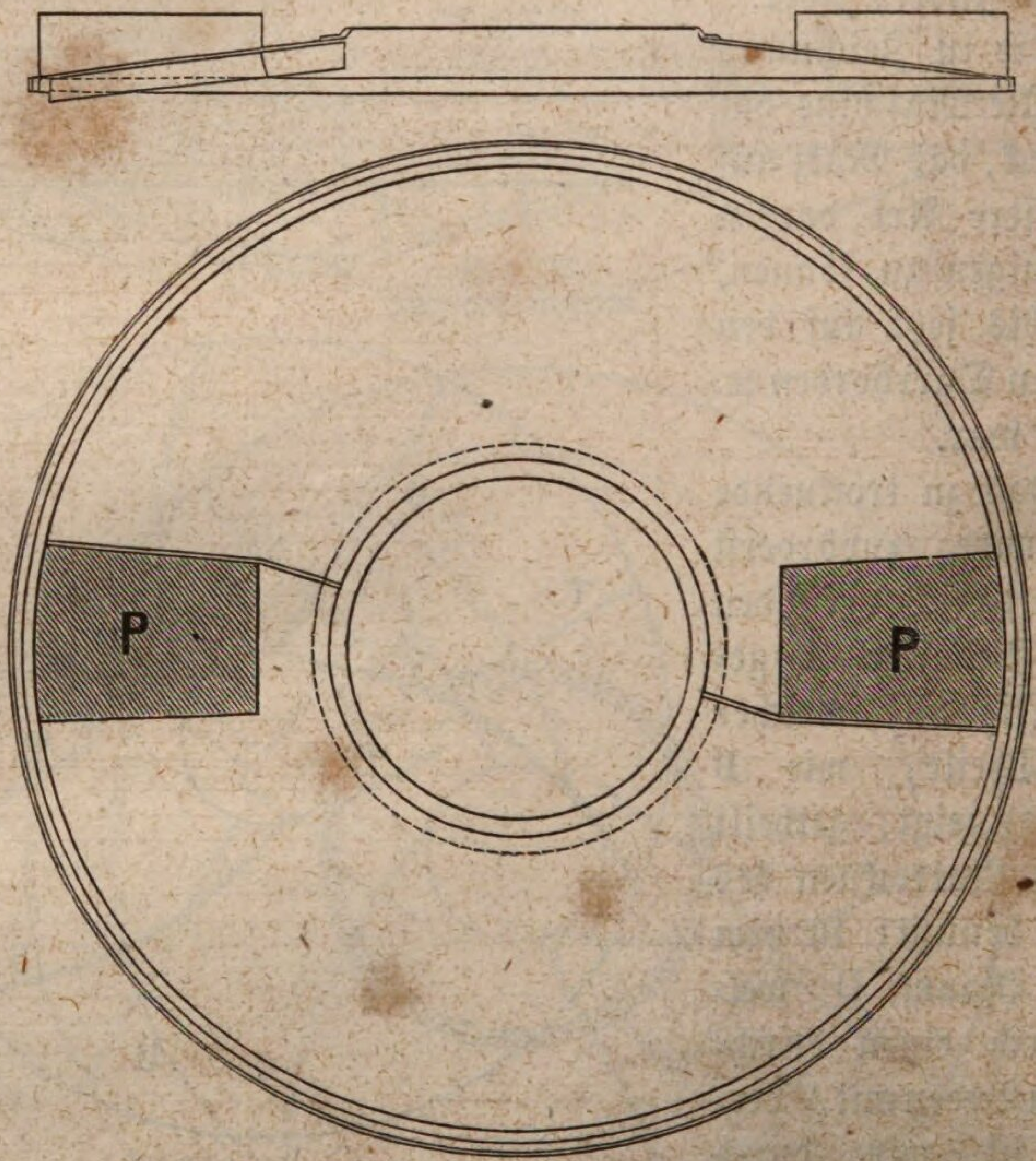


Fig. 37. **Deckel.**

Axe M in Bewegung gesetzt, auf denselben befinden sich drei kleine Flügel S (Fig. 36), welche das Malz gegen die Wände der Körbe schleudern und durch die so entstandene Ventilation die feuchte Luft durch die im Deckel sich befindenden beiden Oeffnungen P verdrängen. Unter den Scheiben sind 6 kleine Eisenplatten T angebracht, welche das Malz vertheilen und in den Körben nach unten führen; außerdem befinden sich zwei große Windflügel darunter, um ebenfalls die hier entstandene feuchte Luft durch das Gewebe der Körbe zu verdrängen.

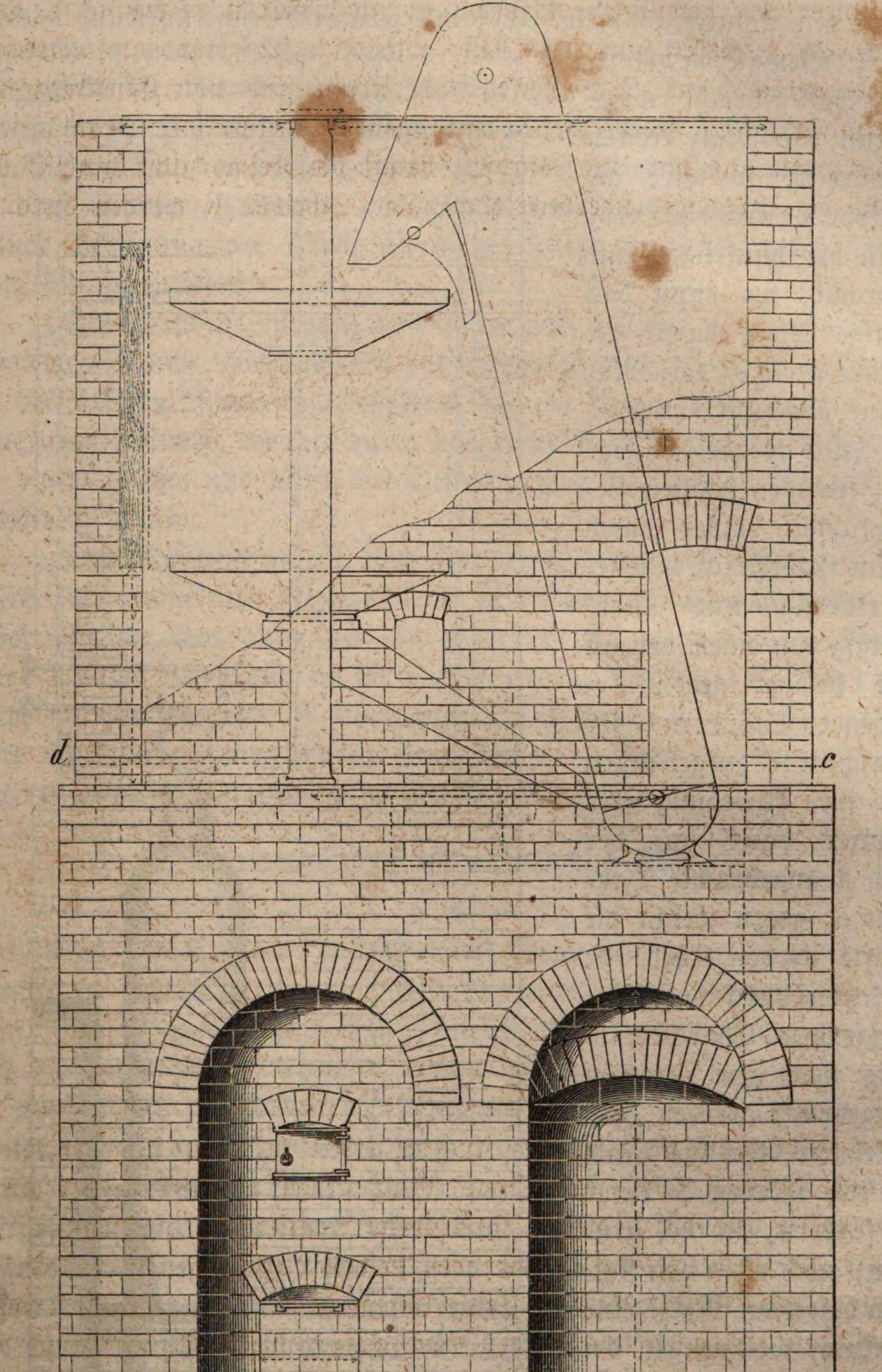


Fig. 38. **Vorder-Ansicht.**

Dieselbe Operation wiederholt sich fünf Mal, wo dann das Malz durch den Schüttler V (Fig. 33) dem Elevator W zugeführt und wieder durch diesen auf die oberste Scheibe gebracht wird. Wenn das Malz trocken geworden, so wird die Klappe X durch den Heber Z in die punktirte Linie gebracht, wo dann das fertige Malz durch die Röhre Y aus der Maschine abgeführt wird.

„Die Körbe N (Fig. 35) sind der leichten Beweglichkeit halber durch kleine Gabelstücke b charnierförmig und unabhängig von einem der an den beiden gegenüberstehenden Ständern C der Maschine aufgehangen und ihre Bewegung wird bewirkt durch auf der Axe d angebrachte Daumen e, gegen welche die Stifte m der Körbe N, da letztere durch die schräghangenden Charniere b stets nach dem Daumen hingedrückt werden, sich anlehnen. Um das Malz in den Körben N tiefer zu fördern, ist bei grünem, noch nicht von Keimen befreitem Malze eine stärkere, wohingegen bei mehr trockenem, von Keimen befreitem Malze

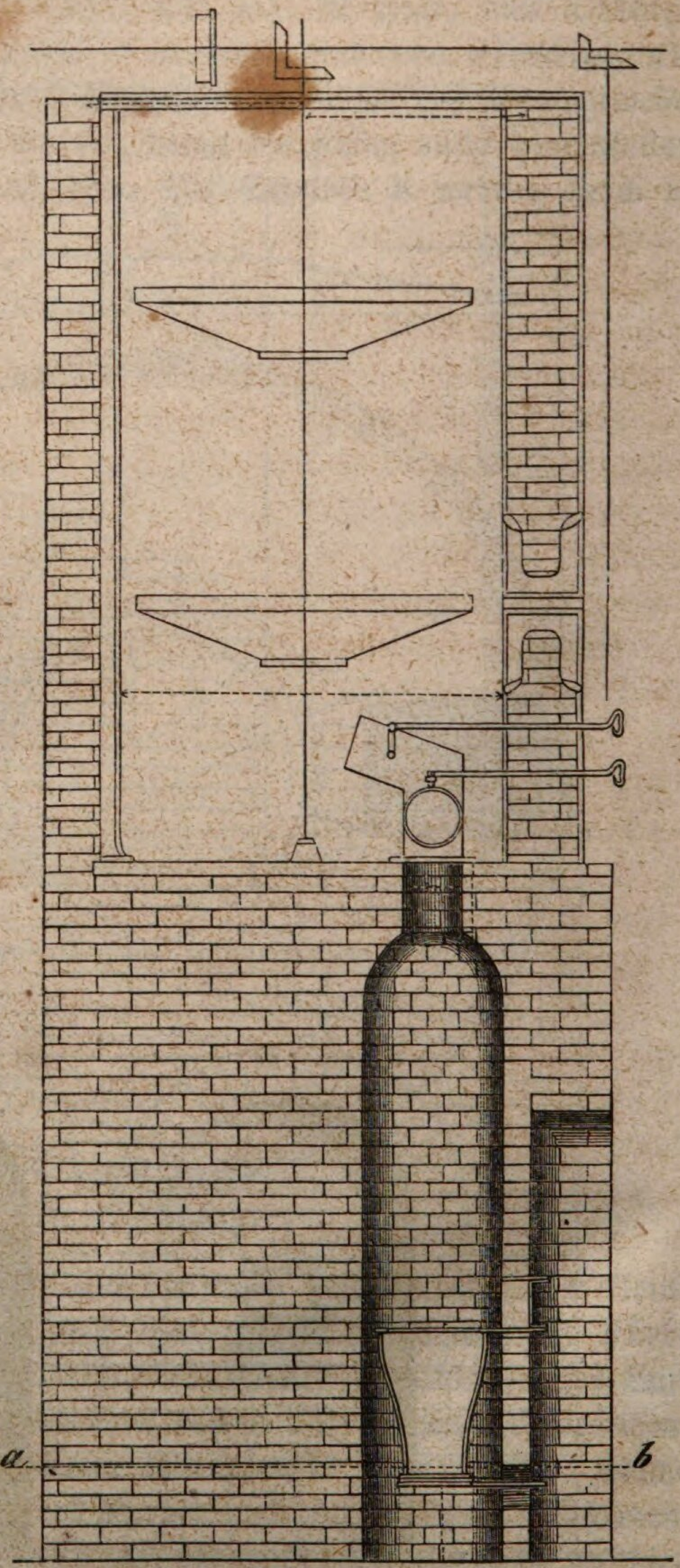


Fig. 39. Längen-Durchschnitt.

eine geringere Schüttelung erforderlich, welches durch die auf der Axe d je zwei untereinander in verschiedener Stärke angebrachten Daumen e bewerkstelligt wird. Die Schraube f (Fig. 32) hebt und senkt die Axe d so, daß die verschiedenen Daumen gegen die Stifte m der Körbe gestellt werden können. Indem das Malz gegen die Wandungen der Körbe geschleudert wird, werden die Keime, selbst in noch feuchtem Zustande, vom Malze getrennt und durch die schüttelnde Bewegung der Körbe durch die Maschine des Drahtgewebes vom Malze entfernt.

„Die Maschine ist ganz von Eisen und befindet sich in einem gemauerten Raume, welcher oben mit Eisenplatten zugedeckt ist, während in der unteren Mauerung desselben sich ein kleiner Ofen (mit Koksfeuerung) befindet, welcher durch das Rohr R (Fig. 33) seine Wärme in die Maschine und durch die Oeffnungen a in jeden einzelnen Korb ausströmen läßt.

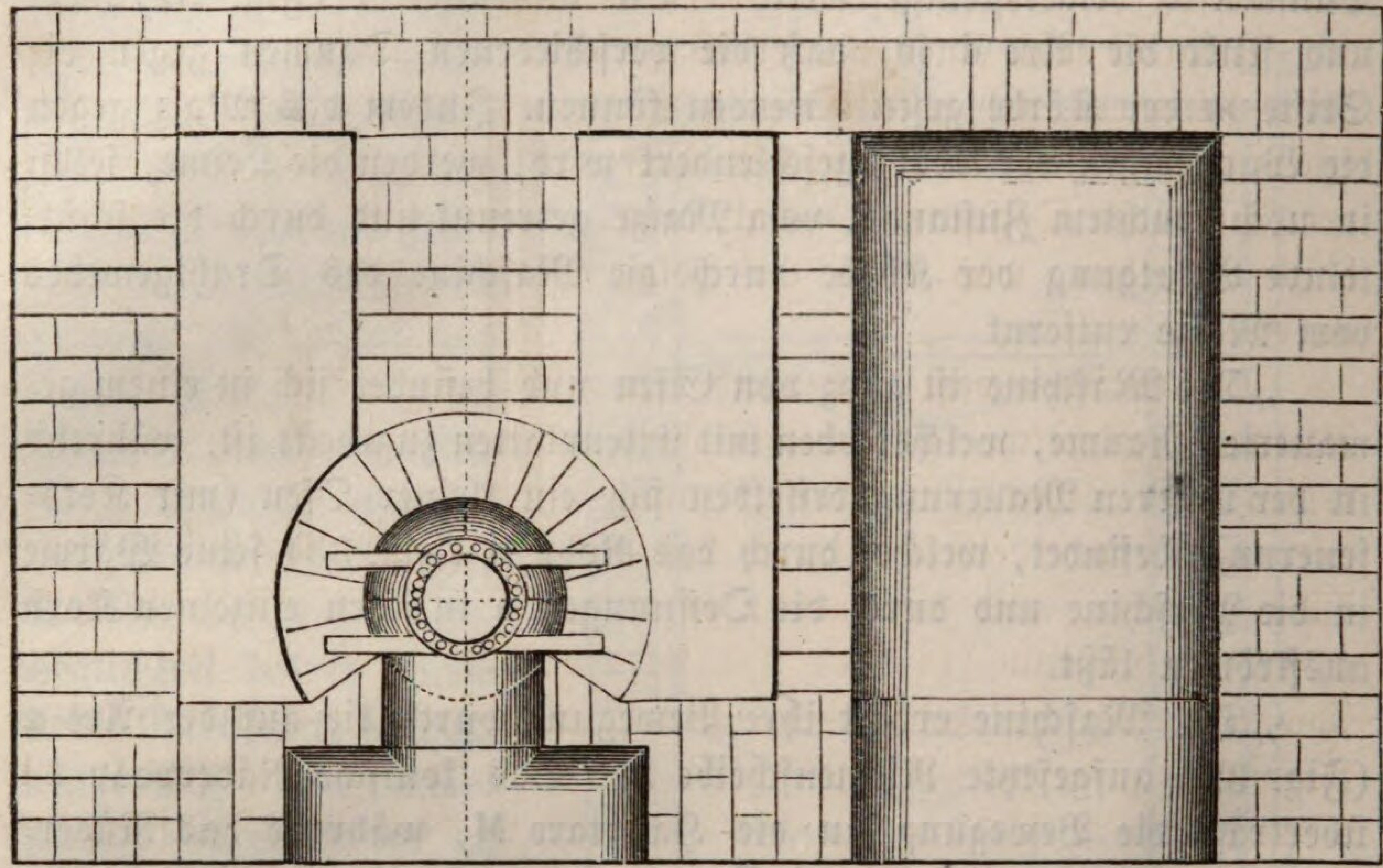
„Die Maschine erhält ihre Bewegung durch die auf der Axe g (Fig. 32) aufgesetzte Riemenscheibe h. Das konische Räderpaar i i überträgt die Bewegung an die Hauptaxe M, während das Räderpaar k k die Bewegung an die Daumenstange d und die Räder l l dieselbe an den Elevator W übertragen. Die Rinne V (Fig. 33) erhält ihre Schüttelbewegung durch einen Hebel, welcher mit dem auf der Axe g sitzenden Daumen n in Verbindung steht.

Zimmerheizung mit erwärmter Luft.

§. 32.

Auch die Arbeitskräfte einer Brauerei im gesunden Zustande zu erhalten, muß die Aufgabe eines jeden Brauereibesitzers sein. Speise und Trank thun's nicht allein, — letztern verzapfen sich die Leute häufig ohnehin mehr als gut ist. Das Lokal aber, in welchem sich das Arbeiterpersonal von seinen meist strapazanten Arbeiten erholen soll, gleicht oft mehr einem Schwitzkasten als der Wohnung, die einem Arbeiter einige Augenblicke behaglichen Lebens verschaffen kann, um seine Arbeitskraft zu neuen Anspannungen vorzubereiten. Die dunstige Atmosphäre, in der sich die oft feuchten Gewänder zusammenfinden, schafft die vollendetste Unbehaglichkeit, deren sich die Brauknechte zu entledigen suchen, indem sie sich — — dem Trunk ergeben; — es ist ein Erfahrungssatz: Je schlechter die Lokale für das Arbeitspersonal, desto mehr wird drin gesoffen!

Fig. 40. **Grundriss** von $a-b$ in **Fig. 39.**



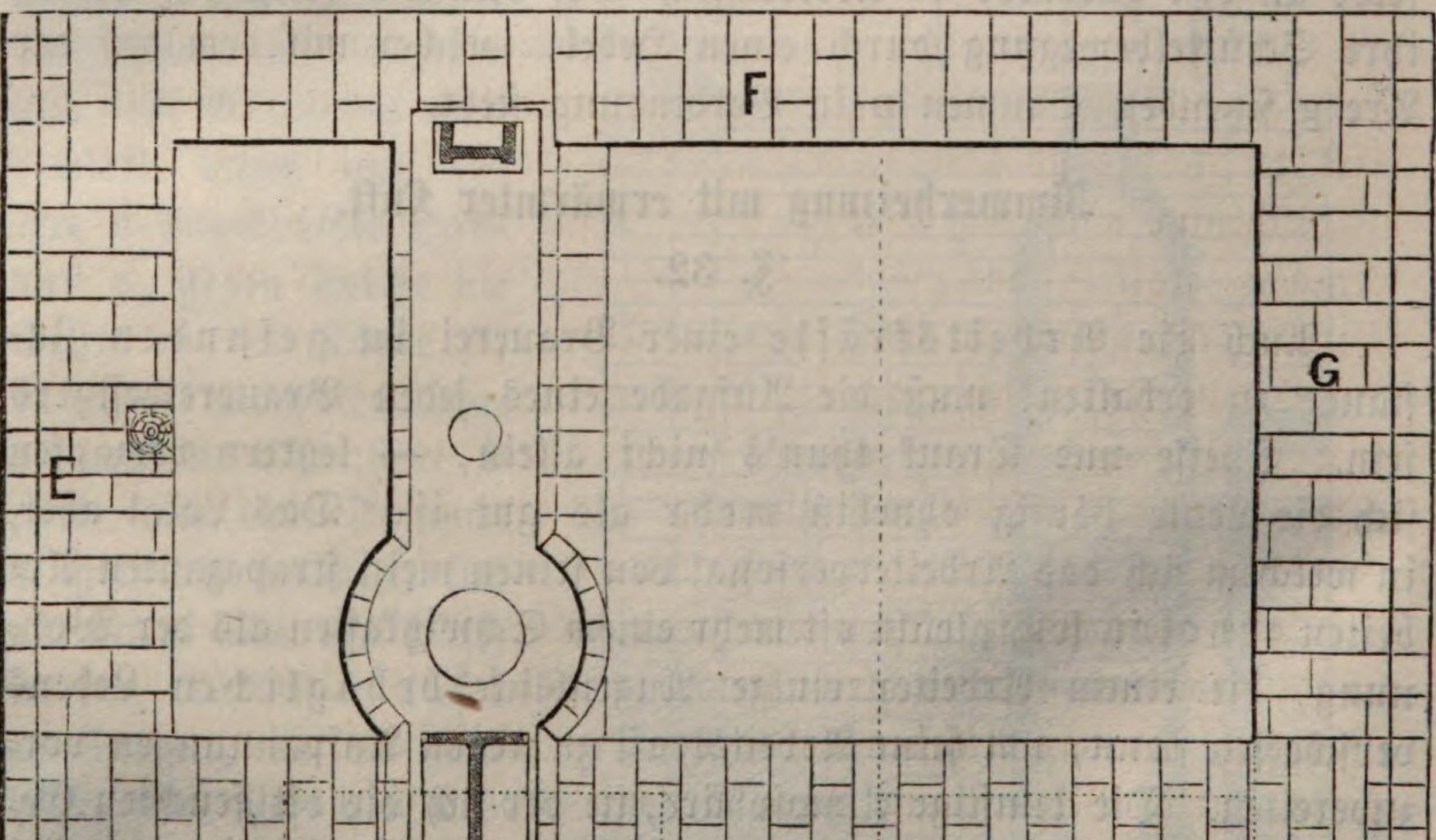
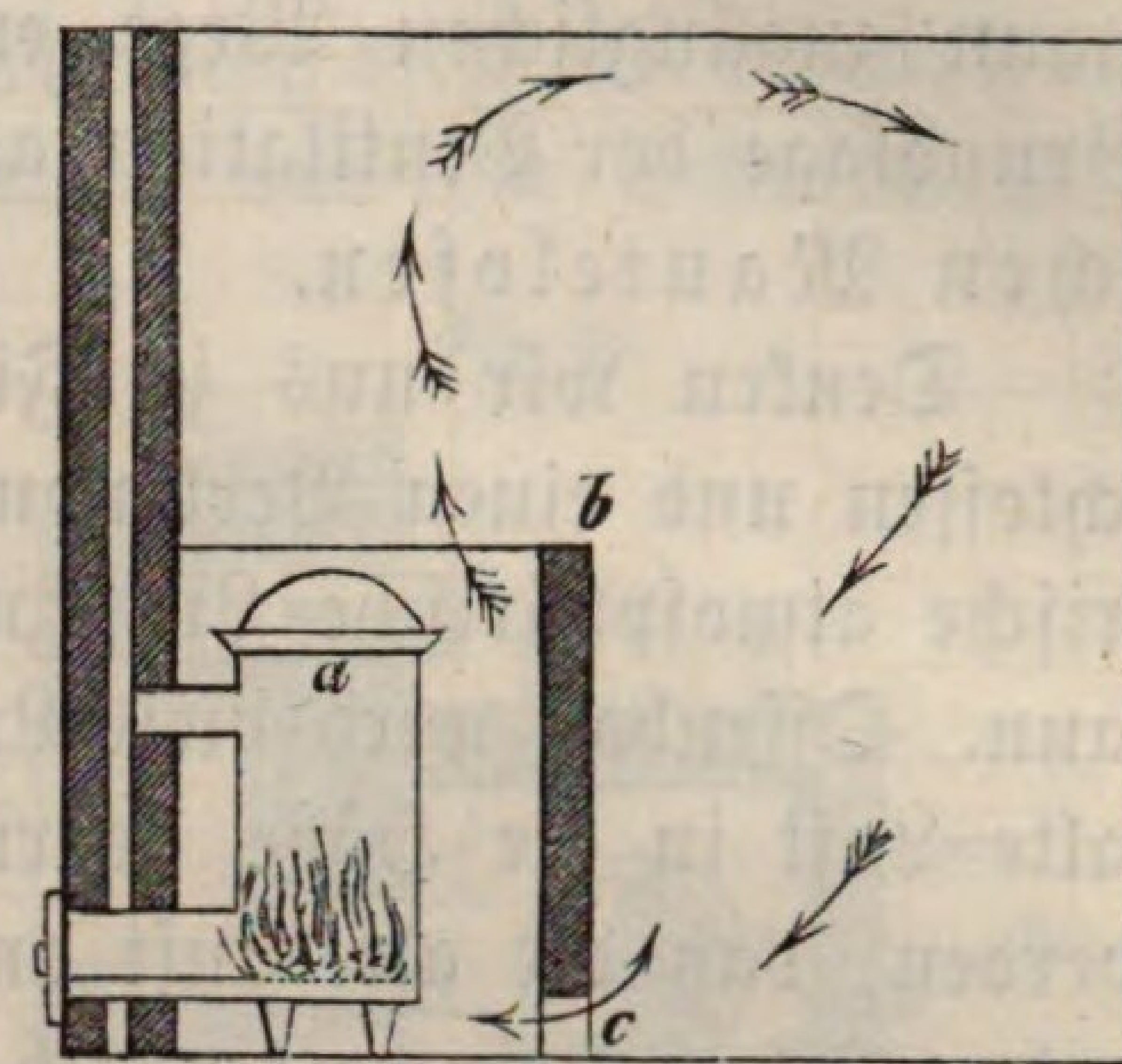


Fig. 41. **Grundriss** von $d-c$ in **Fig. 38.**

Ich werde hier nur in kurzen Zügen die Grundsätze hinstellen, nach denen man den Leuten ein gesundes Wohnzimmer mit einer dunstfreien, warmen Luft herstellen kann.

Umgiebt man einen an der Wand eines Zimmers stehenden Ofen a mit einem gemauerten Mantel b, der über dem Fußboden Oeffnungen c hat, und heizt denselben, was wird die Folge davon sein?

Fig. 42.



Die zwischen dem Ofen und dem Mantel befindliche Luftschicht wird erhitzt und dehnt sich dadurch aus, wie alle Körper beim Erhitzen. Diese ausgedehntere, also dünnere Luft ist nun natürlich auch leichter und wird deshalb durch die kältere und schwerere Luft im Zimmer, welcher ja der Zutritt gestattet ist, aus ihrem Platze verdrängt und in die Höhe gedrückt, genau so wie das leichtere Oel in die Höhe getrieben wird beim Zufluß des schwereren Wassers. Im gewöhnlichen Leben sagt man: die warme Luft steigt empor (s. I. §. 74).

In Folge der hierdurch eingeleiteten Bewegung entsteht nun jener Kreislauf, welchen die Pfeile andeuten. Die erwärmte Luft wird durch die stets nachdringende heißere Luft allmälig wieder in die Richtung nach dem Boden zu gedrängt, bis sie endlich, mehr oder weniger erkaltet, am Boden anlangt und sich wieder durch das bekannte Schlupfloch an den Ofen begiebt u. s. w.

Es ist klar, daß man auf diese Weise ein Zimmer gleichförmiger erwärmen kann, als mit dem freistehenden Ofen, weil immer nur die kälteste Luft des Zimmers an den Ofen getrieben wird.

§. 33.

Auf diese Weise hätten wir zwar die Luft eines Zimmers gleichmäßig erwärmt, aber es bleibt stets dieselbe Luft. Und die Luft wird allgemach für das Athmen verdorben; — theils durch Ausdünstung, theils durch Beleuchtung wird sie mit Kohlensäure überladen und macht den Bewohnern den Aufenthalt in derselben ungesund.

Es geht daraus hervor, daß wir die zum Athmen untauglich gewordene Luft durch frische Luft ersetzen müssen. Diese „Ventilation" soll aber nicht etwa dadurch stattfinden, daß man die äußere

kalte Luft direkt in das Zimmer einläßt, — sie soll vielmehr vorher erwärmt werden. Der obige Mankelofen wird durch wenige Abänderungen diesen Anforderungen dienstbar gemacht. Es ist wiederum Professor Meißner, der diese Zwecke auf dem einfachsten, Jedermann zugänglichen Wege erreicht hat. Sehen wir uns zuerst die Grundlage der Ventilation an und betrachten dann den Meißner'schen Mantelofen.

Denken wir uns in Fig. 42 die Oeffnung c am Boden geschlossen und einen Verbindungskanal nach Außen, durch welchen die frische atmosphärische Luft zwischen den Mantel und den Ofen treten kann. Offenbar wird diese Luft erwärmt und durch die nachströmende kalte Luft in die Höhe gedrückt. Es muß aber auch dafür gesorgt werden, daß die alte Luft am Boden des Zimmers durch einen Kanal in den Schornstein entweichen kann. Ist die Ventilation genügend bewirkt und die Luft im Zimmer wieder rein, so schließt man den Kanal für den Zutritt der äußern Luft in den Mantel, sowie auch den Kanal für den Abfluß der verdorbenen Luft in den Schornstein, — öffnet aber die versperrt gewesenen Löcher am Fuße des Mantels, so daß die Luftströmung jetzt aus dem Zimmer in den Mantel u. s. w. geschieht (Cirkulation der Luft).

§. 34.

Die Figuren 43 bis 46 werden nun leichter verständlich sein. Fig. 43 ist die vordere Ansicht des Mantels, Fig. 44 der Grundriß, Fig. 45 der senkrechte Durchschnitt nach der Linie A—B des Grundrisses und Fig. 46 der senkrechte Durchschnitt des Kamins nach der Linie C—D des Grundrisses. a ist der gußeiserne Ofen, — b das zwei- oder mehrmals abgebogene Rauchrohr oder Röhrensystem (§. 27), — c der Hals des Ofens zum Einheizen (man kann übrigens auch vom Zimmer aus heizen), — d der Vorkamin, welcher durch e ein eisernes Thürchen absperrbar ist, — f der Schornstein, g der Mantel, welcher, aus gewöhnlichen Backsteinen aufgeführt, den Ofen in einem Abstand von etwa 15—18 Centimetern umgiebt. Er ist oben bei h offen und unten bei i dicht über dem Fußboden an drei Seiten mit mehreren mindestens 7 Centimeter hohen und möglichst breiten Luftöffnungen, die durch Schieber oder Thürchen verschließbar sind, versehen; k ist der freie Raum zwischen Ofen und Mantel, welchen die Luft durchströmt, um erwärmt zu werden; l ist die Zuströmungsöffnung für die frische Luft, sie ist durch einen Schieber dicht verschließbar und

steht mit der äußern reinen Luft (selbstverständlich vermeidet man dabei die Nähe von Abtritten!) in Verbindung, die einströmende frische Luft tritt unmittelbar über dem Fußboden in den innern Raum des Mantels; m ist die Ausströmungsöffnung für die verdorbene Luft; sie befindet sich neben dem Mantel, dicht über dem Fußboden, und kommunicirt durch den Kanal n mit dem Schornstein f.

Fig. 43.

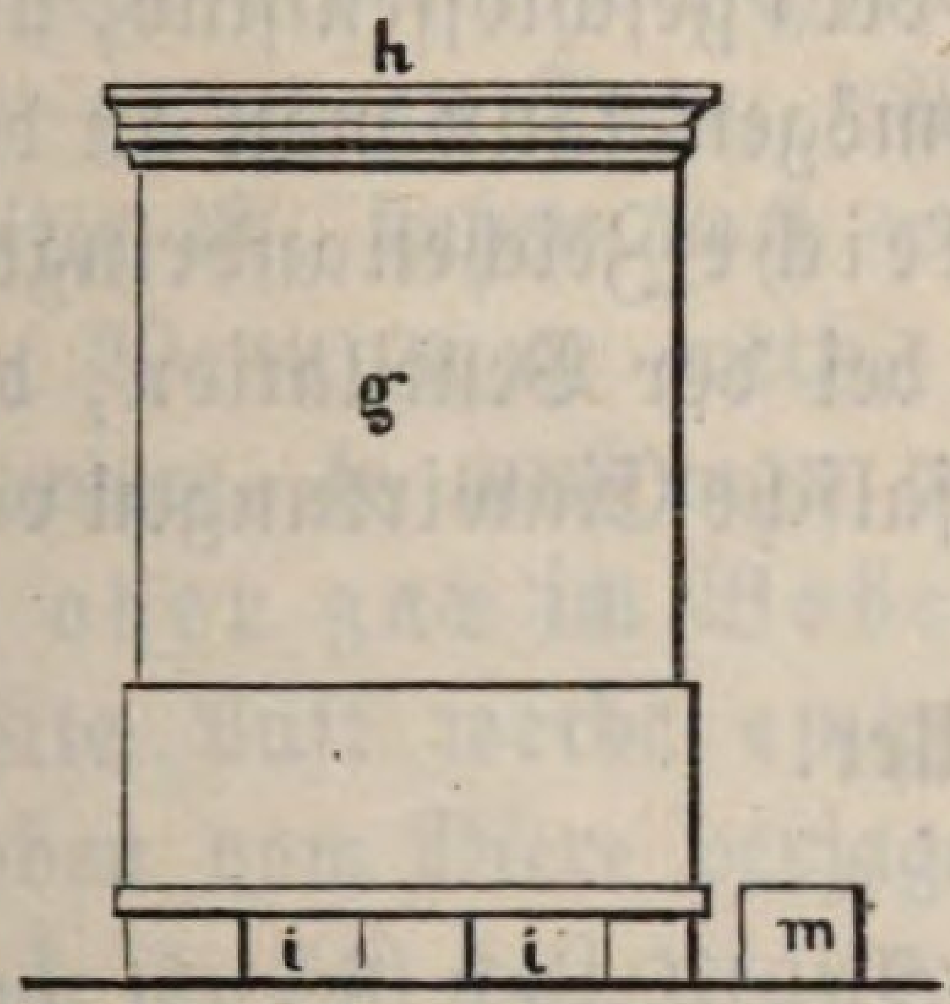


Fig. 44.

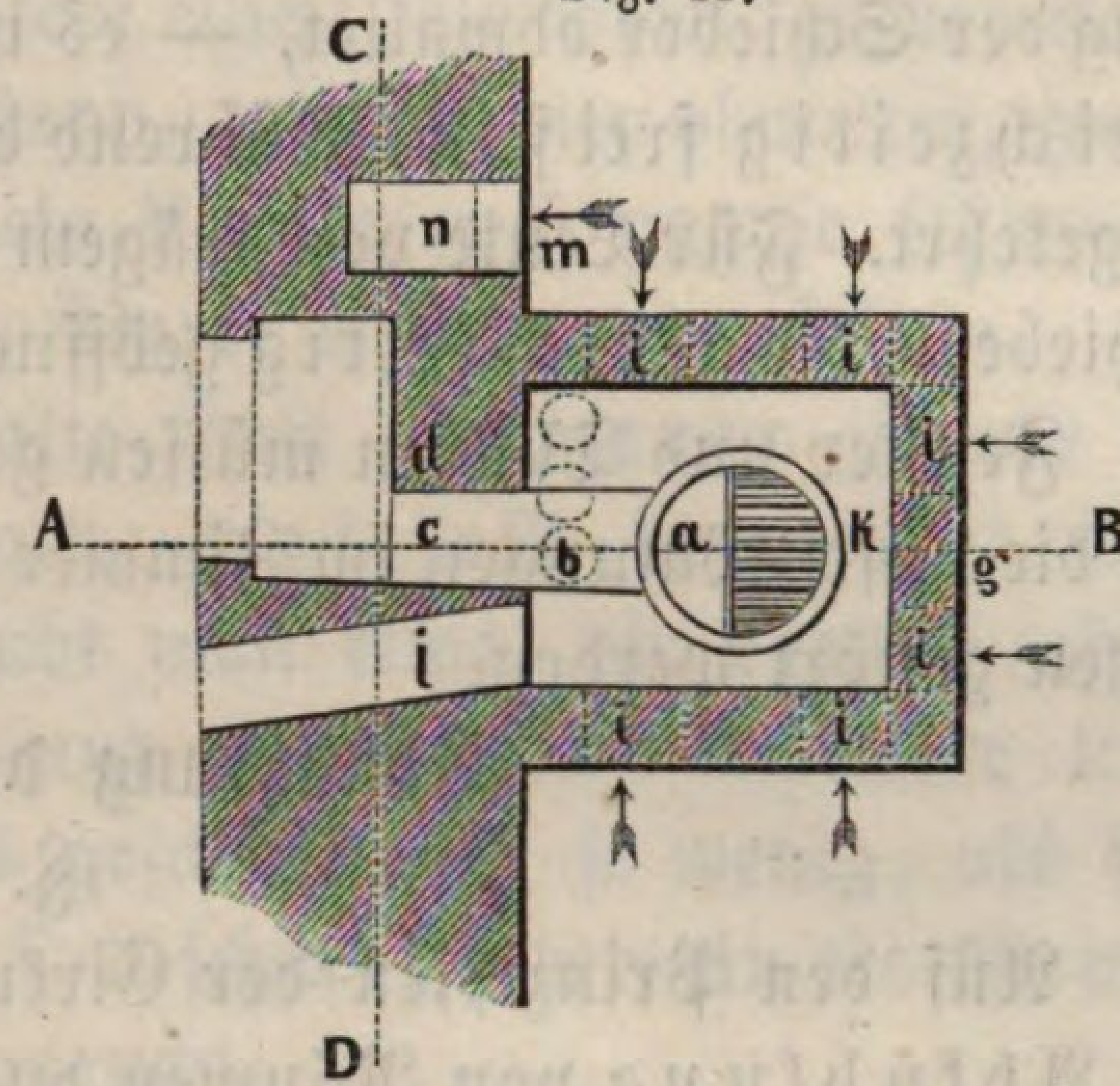


Fig. 46.

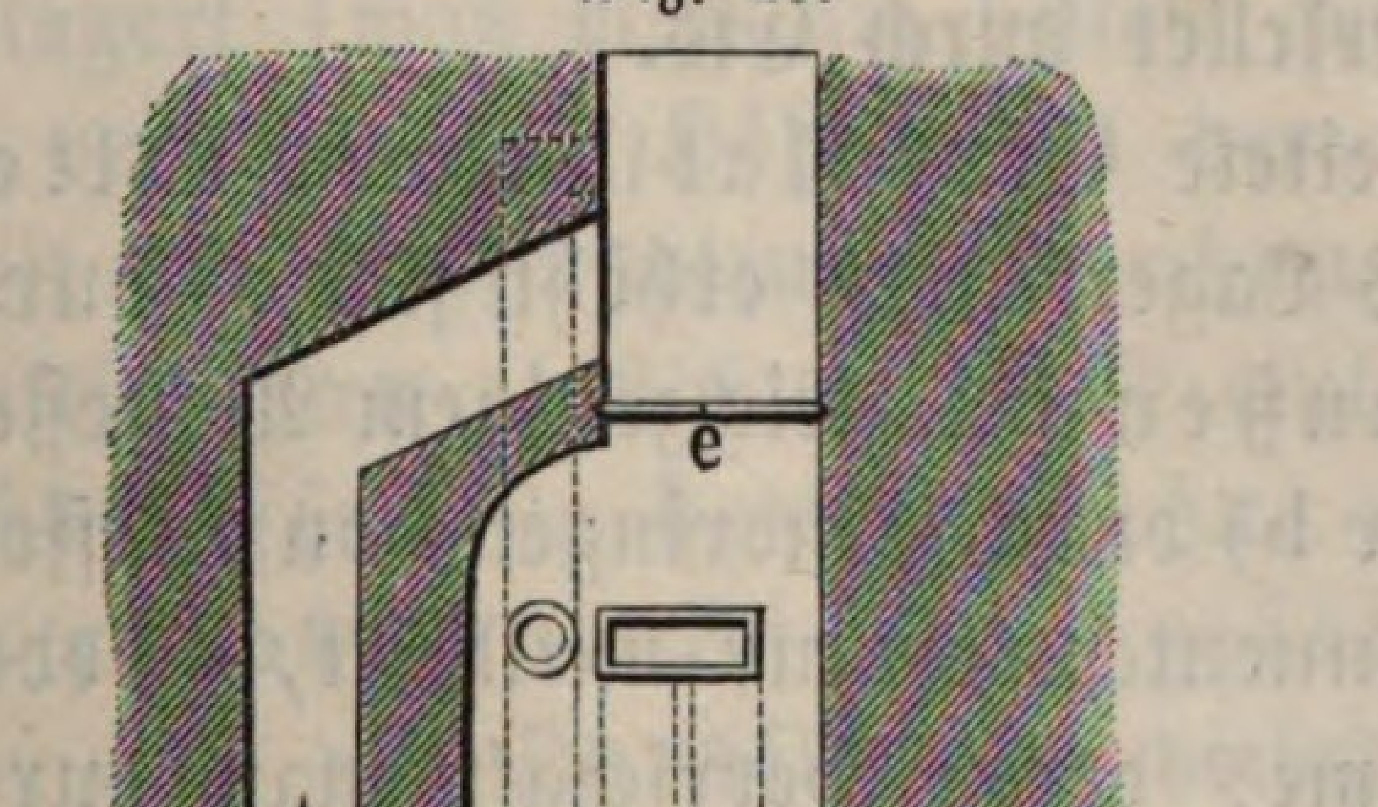
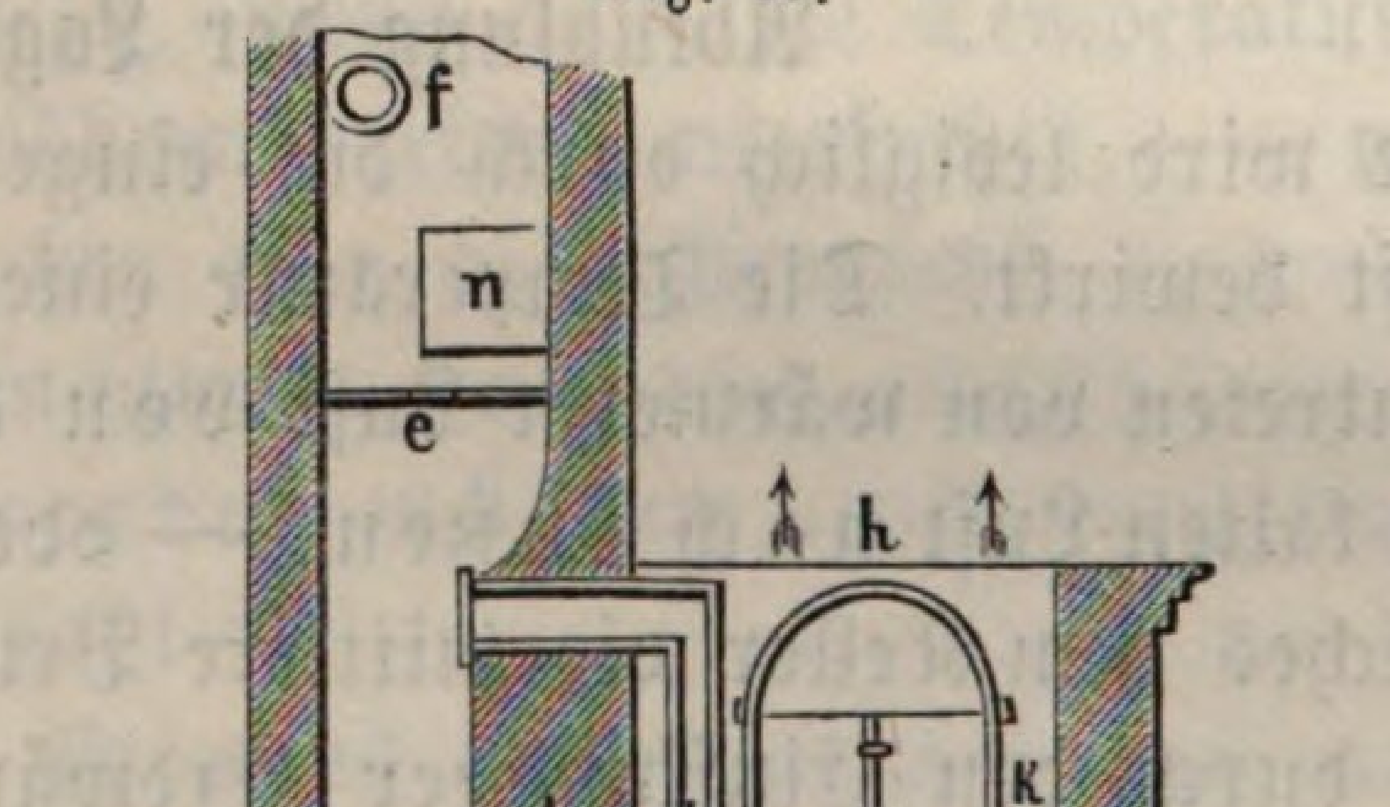


Fig. 45.



§. 35.

Die Behandlung dieses Ofens ist nun folgende.

Soll er lediglich zum Erwärmen des Zimmers dienen, so sind die Schieber bei i (im Mantel) geöffnet und die Oeffnungen bei l und m geschlossen. Die Cirkulation der Luft findet dann in der Weise, wie §. 32 (Fig 42) angedeutet ist, Statt.

Soll aber die Luft im Zimmer durch frische warme Luft ersetzt werden, so öffnet man die Schieber bei l und m und schließt die Oeffnungen i i. Dabei tritt die kalte Luft bei l ein, erwärmt sich am Ofen, wird durch die nachdringende kalte Luft emporgedrückt und verdrängt die schlechte Zimmerluft, weil man derselben das Schlupfloch m gelassen hat.

Man sieht, wie wesentlich es ist, daß kein Irrthum über die Bedeutung der Schieber obwaltet, — es müssen stets die Oeffnungen bei l u. m gleichzeitig frei sein, während die Schieber bei i geschlossen sind, und umgekehrt. Für Leute von trägem Begriffsvermögen kann man an den Schiebern, die gleichzeitig geöffnet werden, gleiche Zeichen anbringen.

Fenster und Thüren müssen gut schließen bei der Ventilation, damit die Luftströmungen im Zimmer nicht durch falsche Einwirkungen von außen gestört werden.

Abkühlung der Lagerkeller.

§. 36.

Auf den Prinzipien der Cirkulation und Ventilation beruht auch die Abkühlung von Räumen durch abgekühlte Luft. Wir wollen dabei von dem einfachsten Falle ausgehen, von der

Abkühlung der Lagerkeller durch Eis.

Sie wird lediglich durch die eingeleitete Cirkulation von kalter Luft bewirkt. Die Temperatur eines Lagerkellers erhöht sich a) durch Eintreten von wärmerer Luft von außen bei gleichzeitigem Abfließen der kalten Luft nach außen, — oder b) durch Eindringen von Wasser, welches dem Keller die mittlere Brunnentemperatur mittheilt, — oder c) durch den Einfluß der Erdwärme, deren Herrschaft man durch „Ausfrieren" des Kellers im Winter ziemlich unterdrückt hatte.

Als Hülfsmittel gegen die Steigerung der Kellertemperatur kommen nun in Betracht bei a): Verhinderung des Abfließens der kalten schweren Luft am Eingang des Kellers. Deshalb muß dieser Eingang höher liegen als die Decke des Kellers. Gegen diesen Grundsatz wird meistens gefehlt und doch ist er die erste Regel, um Eisökonomie zu treiben. Auch frieren solche Keller im Winter weit schneller bis zur Decke aus, als solche von verkehrter Konstruktion.

Bei b) ist nicht anders zu helfen, als durch Erhöhung der Sohle des Kellers. Bei der Anlage eines Kellers muß man auf den höchsten Wasserstand Rücksicht nehmen und die Sohle des Kellers um ein Meter, und noch mehr, höher legen.

Der schädliche Einfluß der Erdwärme (zu c) ist — nachdem er im Sommer wieder zur Geltung gekommen ist — nur durch einen mit Vorsicht durchgeführten Aufwand von Eis abzuwehren. Und das ist die Aufgabe, welche wir hier zu lösen haben.

§. 37.

Sieht man, wie in manchen Lagerkellern Gruben in den Boden desselben gegraben und mit großen Eismassen gefüllt werden, im guten Glauben, dem droben lagernden Biere eine kühle Stätte zu bereiten: so liegt der himmelschreiende Unverstand, welcher hier obwaltet, zwar klar genug zu Tage. Weil aber diese Unsitte noch gar so sehr verbreitet ist, stehen doch wol ein paar Worte darüber am Platze.

Wenn man weiß, daß die kalte Luft schwerer ist als die wärmere, so muß man doch wol fragen: was soll denn das Eis **am** oder gar **im** Boden? — Glaubt man etwa, die dadurch abgekühlte Luft werde emporsteigen und die leichtere wärmere Luft droben vom Biere verjagen? — Das geschieht eben so wenig, als sich (s. I. §. 74) das Wasser über das Oel schichtet oder ein Korkstopfen aus freien Stücken im Wasser untertaucht.

Weil sich aber die kältere Luft stets unter der weniger kalten ablagert (was man am besten ersieht, wenn man die Temperaturen in verschiedenen Höhen mit dem Thermometer untersucht), — und weil die Eisschichten nach oben hin nur die allernächst liegenden Luftschichten abkühlen: so ist einleuchtend, daß die abkühlenden Eismassen so hoch geführt werden müssen, wie das kühl zu erhaltende Bier aufgesattelt ist.

Bei der Durchführung dieses Princips hat man aber noch nach einer andern Richtung hin Vorkehrungen zu treffen, um der Eisökonomie Rechnung zu tragen. Man hat häufig genug noch den Eisbehälter (aus Mauerwerk) in die Wand des Kellers vertieft, so daß er eine Seite der Kellerluft und drei Seiten dem Erdboden bietet. Offenbar wird die Wirksamkeit des Eises hierbei mehr von der Erdwärme als von der Kellertemperatur in Anspruch genommen. Und wenn es auch nützlich ist, der Erdwärme einen Riegel vorzuschieben, so erscheint es doch nutzlos, die Abkühlung des Bodens einseitig und bis zu solcher Tiefe zu bewerkstelligen.

Besser ist's, den Eisbehälter so im Keller anzubringen, daß er ringsum von der Kellerluft umgeben ist. So kommt der Nutzeffekt des Eises fast ganz der Kellerluft zu Gute.

§. 38.

Die Eisbehälter müssen einen Rost enthalten, durch welchen das beim Abschmelzen des Eises entstehende Wasser (nach dem Brunnen der Brauerei) abfließen kann. Allein der Abflußkanal darf nicht ohne Unterbrechung geführt werden, — man muß Vorkehrung treffen gegen das Eindringen der äußern Luft unter den Rost, was vermittelst einer Wassersperrung geschieht; — der Abflußkanal muß höher liegen als die Zuflußöffnung vom Boden des Raumes unter dem Eisroste. Man erreicht das z. B. durch ein Abflußrohr, welches nach außen hin aufwärts gebogen ist, — in dem Rohre sammelt sich das Sperrwasser an.

In den Wänden des Eisbehälters bringt man zweckmäßig Gitterfenster an, die nach Innen mit dickem Blech versperrt sind und an der Kellerseite durch hölzerne Klappen geschlossen werden können. Durch Oeffnen oder Schließen dieser hölzernen Fensterladen läßt sich die Temperatur im Keller am genauesten reguliren.

Zur Füllung des Eisbehälters wird das Eis in kleine Stücken zerschlagen, in den Behälter gebracht und — während das Abflußrohr beseitigt ist — mit kleinen Portionen Wasser begossen, welches zuvor durch Einwerfen von Eis bis auf den Gefrierpunkt abgekühlt war. Diese Wassermengen gefrieren zwischen dem Eise und es entsteht so allgemach ein dichter Eisklumpen, dessen Wirkung eine allmälige, aber gleichmäßig andauernde Kühlung ist.

Heizung zur Abkühlung.

§. 39.

Die obige Anwendung des Eises geschieht auf dem Wege der Luftcirkulation, — die an den Eiswandungen abgekühlte Luft sinkt zu Boden und macht wärmerer Luft Platz, die ebenfalls gekühlt zu Boden geht. Dieser Kreislauf währt so lange, bis man ihn bei genügender Abkühlung durch Sperrung des Verkehrs mit dem Eise unterbricht.

Umstände können aber auch eine Ventilation der Kellerluft nothwendig machen. So z. B. wünscht man zur Trockenerhaltung des Kellers die in demselben enthaltene feuchte Luft durch trockne, aber kalte Luft zu ersetzen.

In diesem Falle wird man etwa folgendermaßen verfahren.

An der Decke des Kellers wird ein Kanal angebracht, welcher in einen Schornstein ausmündet. In diesem Schornstein ist ober-

halb der Einmündung des Kanals ein Rost gelegt. Der dadurch entstehende Feuerraum ist mit einer dicht schließenden Thür versehen.

Dicht über der Sohle des Kellers ist ebenfalls ein Kanal angebracht, der nach aufwärts fortgeführt wird in einen Eisbehälter, von wo er mit der äußern Luft communicirt.

Soll nun eine Ventilation des Kellers bewerkstelligt und derselbe dadurch mit frischer kalter Luft gefüllt werden, so braucht man nur auf dem Roste im Schornstein ein lebhaftes Flammfeuer zu entzünden. Die äußere Luft wird in Folge dessen vordringen, um die erwärmte Luft aus dem Schornstein wegzudrücken, — sie durchstreift die Eismassen und tritt eiskalt an der Sohle des Kellers ein, — die Kellerluft wird dadurch emporgedrückt und gelangt zuerst in den Schornstein.

Ist die Temperatur im Keller gleichmäßig niedrig bis zur Decke, so stellt man das Feuern ein und sperrt alle Kanäle wieder sorgfältig ab.

Kühlapparate.

§. 40.

Obgleich wir auf das gewöhnliche Kühlschiff erst später (beim Kühlen der Würze) zu sprechen kommen, so müssen doch die dabei wirksamen Faktoren hier berührt werden, weil sie zum Verständniß der Kühlapparate (im engeren Sinne) nothwendig sind. Unter „Kühlapparaten" verstehen wir nämlich die complicirteren Vorrichtungen zur Beschleunigung der Abkühlung der Würze.

Die Würze auf dem gewöhnlichen Kühlschiffe bietet der Luft eine große Oberfläche dar. Welche Wechselwirkung findet hierbei zwischen Würze und Luft Statt? —

Wir müssen uns daran erinnern, daß der Wärmestoff stets bestrebt ist, sich den Umgebungen gleichmäßig mitzutheilen. Ist er auf der einen Seite angehäuft, so begiebt er sich auf die Wanderschaft nach der andern, minder warmen Seite. Je größer der Unterschied in den Temperaturen beider Seiten, desto schneller der Uebergang des Wärmestoffs von der heißen nach der kalten Seite. Trifft der Wärmestoff dabei auf kein Hinderniß, so bewegt er sich in graden Linien vorwärts, — als sogenannte strahlende Wärme. In dieser Weise findet die Ausstrahlung des in der Würze verdichteten Wärmestoffs Statt, wenn der Würzespiegel ohne Bedachung dem klaren Himmel der Nacht preisgegeben ist. Mit dem Verschwinden der

Sonne vom Himmel wandert der durch deren Einfluß an der Erdoberfläche angehäufte Wärmestoff in Strahlen aus. Ist der Himmel bewölkt, so stoßen die Wärmestrahlen auf einen Widerstand und werden zurückgeworfen, — daher denn auch bei trübem Himmel die Abkühlung durch Ausstrahlung gering ist. Die bei der Ausstrahlung des Wärmestoffs stattfindende Temperatur-Erniedrigung ist auch stets von der Auswanderung einer gewissen Menge Wassers begleitet, — der gesellige Charakter des Wärmestoffs entführt der Würze einen Theil des Wassers und concentrirt sie auf dem Kühlschiff.

Ist die Wärmestrahlung weniger thätig — und die Kühlschiffe sind ja selten ohne Bedachung —, so ist es die Verdunstung des Wassers, welche die Abkühlung der Würze herbeiführt. Erinnern wir uns, daß der Wasserdampf, d. h. die Verbindung des Wassers mit Wärmestoff, sich bei jeder Temperatur bildet und daß zur Verdampfung eines Pfundes Wasser stets dieselbe Menge Wärmestoff erforderlich ist (s. I. §. 52). Der Entstehung des Wasserdampfes stellt sich nur ein einziges Hinderniß in den Weg, wenn die mit dem Würzespiegel in Berührung stehende Luft bereits soviel Wasserdampf aufgenommen hat, wie der vorliegenden Temperatur entspricht. Denn die trockne Luft nimmt eine bestimmte Menge von Wasserdampf in sich auf, die je nach den Temperaturgraden veränderlich ist, — ist die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt, so kann keine Verdunstung mehr Platz greifen. Daher erklärt es sich denn auch, daß bei feuchter Witterung die auf dem Kühlschiff liegende Würze weniger concentrirt wird. — Für die Praxis entspringt dabei als erste Regel, daß man für Entfernung der mit Würzedämpfen beladenen Luft und Ersatz derselben durch trockne, frische Luft sorgen muß. Man hat zu dem Ende Ventilatoren in Anwendung gebracht, — eine gänzlich unbegründete Furcht vor dem Schaden, den der Zutritt der atmosphärischen Luft anrichten könne, hat diesen Ventilatoren den Boden verkümmert. Wir kommen beim „Kühlen der Würze" auf die eingebildete „Schädlichkeit" des „Sauerstoffs" der Luft zurück.

Die Verdunstung an der Luft wird ferner um so schneller verlaufen, je größer die Oberfläche der Würze (gegenüber der Gesammtmasse derselben) ist. Man pflegt deshalb die Würze „aufzukühlen", d. h. durch Schöpfen ꝛc. mit verschiedenen Instrumenten die Oberfläche derselben zu vergrößern. Diese Operation leistet in-

dessen zu wenig, — entweder müssen die Instrumente zweckmäßiger gemacht werden oder man müßte zu dem im „Bierbrauer" 1861 S. 17 vorgeschlagenen Kühlthurm greifen.

Je trockner und kälter die Luft ist, desto größer wird die Verdunstung sein. Bei der trocknen Luft versteht sich das von selbst, — die kalte Luft aber ist stets trockner und kühlt auch die Würze durch ihre niedrige Temperatur. — Diese Witterungsverhältnisse sind nun freilich der Oberherrschaft des Brauers entzogen, allein jedenfalls muß er denselben soviel Vortheile als möglich abzugewinnen suchen. Er muß nämlich seine Gebräue so durchführen, daß die letzte Kühlung in jene Tageszeit fällt, in welcher die Luft den höchsten Grad der Trockenheit besitzt. Dieser Trockenheitszustand steigt und fällt nämlich im Laufe des Tages ziemlich regelmäßig, zweimal erreicht er denselben Punkt. Da wir aber bei der Benutzung beider Punkte die Würze 12 Stunden lang auf der Kühle lassen müßten, so halten wir uns am besten an jenen Punkt, der neben der vorausgehenden großen Kühlung der Nacht auch die größere Trockenheit bietet, — das ist der Zeitraum kurz vor Sonnenaufgang.

§. 41.

Außer der Abkühlung durch Verdunstung kann auch eine Wanderung des Wärmestoffs durch die Wände des Kühlschiffs zur Abkühlung beitragen, wie bei den metallenen Kühlschiffen. Diese Abkühlung durch Wärmeleitung ist natürlich nicht mit einer Dampfentwickelung verbunden und trägt deshalb auch nichts zur Concentrirung der Würze bei.

Die Kühlapparate nun, von denen hier die Rede sein soll, beruhen sämmtlich auf der Abkühlung der Würze durch Wärmeleitung. Man hat dabei metallene Wände auf der einen Seite mit der Würze, auf der andern Seite mit dem Kühlwasser in Berührung gebracht.

Die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Wärmemengen von der einen Seite auf die andere bewegen, ist natürlich abhängig von dem Unterschied der Temperaturen (s. I. §. 36) des Kühlwassers und der Würze. Da nun das Kühlwasser während des Abkühlens erwärmt und die Würze gekühlt, also die Temperaturdifferenz geringer wird, was zu einer Verlangsamung des Prozesses führt, so liegt die praktische Regel zu Tage, daß man durch Beschleunigung des Wasserwechsels auch die Kühlung beschleunigen

wird. Allein dann kollidiren wir wieder mit der für jede Brauerei mehr oder minder nothwendigen Wasserökonomie. Da müssen wir uns also nach einem andern Ausweg umsehen.

Vermehren wir die Gelegenheit zum Durchmarsch der Wärmemengen durch Vergrößerung der Kühlfläche, so ist klar, daß die Abkühlung dann in verhältnißmäßig kürzerer Zeit erfolgen muß. Das sind denn auch die beiden Wege, auf denen man bisher die rasche Abkühlung der Würzen zu ermöglichen suchte.

Bei der praktischen Durchführung dieses Princips aber ist man in sehr verschiedener Weise vorgeschritten und hat dadurch noch andere physikalische Faktoren mit ins Spiel gebracht. Die Mehrzahl der vorhandenen Kühlapparate wird in die auf den Kühlschiffen liegende Würze gebracht. Man denke sich nun z. B. den Kühlapparat als ein Röhrensystem, welches beständig von kaltem Wasser durchströmt ist. Gestützt auf die Thatsache, daß die heißere Würze specifisch leichter ist, also die obern Schichten bildet, würde man das Röhrensystem ohne Zweifel in den Spiegel der Würze legen, wobei auch die Differenz der Temperaturen auf beiden Seiten und damit die Geschwindigkeit der Abkühlung am größten sein müßte. Die Erfahrung hat nun gelehrt, daß diese Resultate nicht in dem vorausgesetzten Maaße erreichbar sind. Man sucht den Zweck vielmehr durch beständiges Umrühren der Würzen oder Hin- und Herbewegen des Röhrensystems zu fördern. Offenbar ist es die geringe Höhe des Würzestandes, welche solche Abschichtungen nach dem specifischen Gewicht nicht aufkommen läßt.

Diese Apparate wirken in der That vortrefflich, so z. B. der von Dolainski in Wien konstruirte und unter andern in der Brauerei in Ferihegy unweit Pesth eingeführte. Er besteht aus einem horizontalen, schlangenförmigen Kühlröhrensystem, welches auf einem eisernen Wagen befestigt ist, der während des Abkühlens von der Dampfmaschine hin und her bewegt wird; da das beständige Aufrühren der Würze die Oberfläche derselben vergrößert, so wird bei gutem Luftzug auch die Verdunstung als Kühlungsmittel mitwirken. Der Apparat leistet, wie gesagt, gute Dienste und ist überall zu empfehlen, wo man mit dem Kühlwasser nicht zu geizen braucht. In jedem Falle muß man den Kühlapparat nicht etwa auf die heiße Würze wirken lassen, sondern bei Benützung zweier (metallener) Kühlschiffe die Würze auf das obere bringen und dabei zunächst die Abkühlung durch Verdunstung bewirken. Ist die Temperatur der Würze ziemlich herab-

gegangen, so läßt man sie von dem Kühlgeläger auf das untere Schiff abfließen und giebt sie der Einwirkung des Kühlapparates preis. Wir wollen uns einen ungefähren Ueberschlag über die hierzu nöthigen Kühlwassermengen machen.

§. 42.

Als bekannt setzen wir dabei voraus, daß jene Wärmemenge, welche 1 Pfund Wasser um einen Thermometergrad erwärmt, als eine Wärme-Einheit (W.-E.) in Rechnung gebracht wird. Wir wollen ferner annehmen, die Würze verhalte sich in Bezug auf ihre Association mit dem Wärmestoff gerade so wie das Wasser (was nicht ganz richtig ist, wegen des Extraktgehalts).

Die Würze bleibt auf dem oberen Schiffe liegen, bis sie auf eine Temperatur von 40° herabgekommen ist, dann werden z. B. 10,000 Pfund auf die Kühlvorrichtung gebracht. Das Kühlwasser hat eine Temperatur von 10° und man will die Würze bis auf 12° abkühlen. Wie viel Kühlwasser ist dazu nöthig?

10,000 Pfund Würze von 40° enthalten	. . . . .	400,000	Wärme-Einheiten.
10,000 „ „ „ 12° „	nur noch	120,000	„ „
Das Kühlwasser muß also aufnehmen		280,000	

Da aber das Kühlwasser von 10° schon 10 Wärme-Einheiten hat und nur noch 2 Wärme-Einheiten aufnehmen kann, um die Temperatur der abgekühlten Würze zu haben, so bedarf man

$$\frac{280,000}{2} = 140,000 \text{ Pfund Kühlwasser.}$$

Und das ist ein Wasserquantum, über welches man nicht leicht zu gebieten haben wird.

§. 43.

Wollte man auf die Wiederbenutzung der Wärme zu technischen Zwecken Rücksicht nehmen, so würde man auch dem oberen Kühlschiffe ein solches Röhrensystem zu geben haben. Die erforderliche Menge des Kühlwassers bleibt dabei dieselbe, wenn man das vom zweiten Schiff abfließende Kühlwasser in das Röhrensystem des obern Schiffes leitet.

Die vollkommenste Erwärmung des Kühlwassers behufs der Wiederbenutzung im Betrieb erreicht man aber nur, wenn man der abzukühlenden Würze gestattet, sich in einem hohen Gefäße schichtenweise je nach den specifischen Gewichten oder — was dasselbe ist — nach den verschiedenen Temperaturgraden abzulagern und allmälig fortzubewegen. Nach diesem Prinzip habe ich einen Kühlapparat konstruirt, den wir weiter unter genauer kennen lernen werden.

Denken wir uns die Würze in einem hohen Bottich, der von einem Röhrensystem in fortwährend steigender Richtung durchzogen ist, in welchem das Kühlwasser kontinuirlich bis über das Niveau des Würzespiegels emporsteigt und dort abfließt. Der Bottich enthält einen kleinen Theil des Würzequantums, die Kühlung beginnt, — das Kühlwasser steigt mit immer höherer Temperatur empor, entsprechend der Abschichtung der Würze. Das stark erwärmte Kühlwasser, wenn es durch eine noch wärmere Würzeschicht fließt, bleibt immer noch „Kühlwasser" und fließt nur beladen mit dem Maximum der Temperatur ab. Darin liegt der Vortheil, die wieder zu benutzenden Wärmemengen in dem kleinsten Raume disponibel zu haben, — und der weitere Vortheil des geringen Wasserbedarfs.

Wir wollen uns die im Bottich enthaltene Würze in 8 Schichten getheilt denken; die Würze fließe oben mit 80° auf und unten mit der Temperatur des Kühlwassers ab, so wird diese Würze per Pfund

bei einer Temperatur von Graden C.	an das Kühlwasser von Graden C.	Wärme-Einheiten abgeben:
80	70	10
70	60	10
60	50	10
50	40	10
40	30	10
30	20	10
20	10	10
10	10	0

In der That bleiben die praktischen Erfolge nur wenig hinter den theoretischen Voraussetzungen zurück, — das Kühlwasser fließt bei hinreichend großer Kühlfläche fast mit der Temperatur der Würze ab, wenn man die Flüssigkeiten auf beiden Seiten der Kühlfläche sich nicht zu rasch fortbewegen läßt.

Daß man bei der Durchführung dieses Princips die Unbequemlichkeit, welche aus einer zu großen Höhe des Bottichs erwächst, durch eine Trennung desselben in zwei Abtheilungen beseitigt, liegt nahe genug, — ebenso, daß die Vollendung der Kühlung mit Eis geschehen kann.

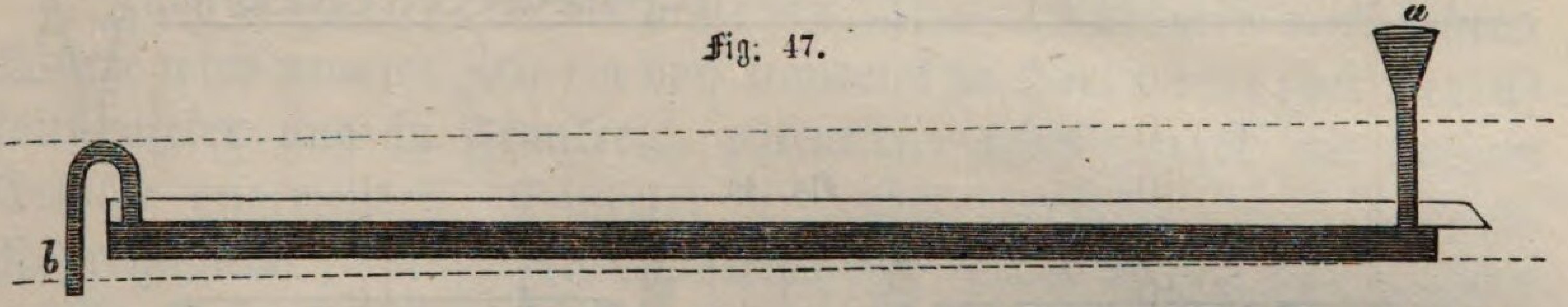
Die auf diesen Grundlagen beruhenden Apparate entsprechen auch den Anforderungen der Reinlichkeit besser als die, bei denen sich die Würze in einem Röhrensysteme fortbewegt.

§. 44.

Das allgemein gefühlte Bedürfniß guter Kühlvorrichtungen findet seinen Ausdruck in der großen Anzahl von mehr oder minder complicirten Apparaten, die theils mit, theils ohne Patent in den technischen Schriften publicirt sind. Wir können nur einige derselben besprechen, — es wäre leicht, ein dickes Buch blos über Kühlapparate zu liefern.

Der einfachste Kühlapparat ist die in verschiedenen Formen ausgeführte **Kühlrinne**. Gewöhnlich ist es eine Rinne von Holz, die mit einem kupfernen Zwischenboden versehen ist, wie Fig. 47 im Durchschnitt zeigt. Das Kühlwasser tritt bei a ein; steigt **aufwärts** und fließt bei b ab, die Würze rinnt langsam über dem Blechboden **herab**. Diese **Gegenbewegung** der beiden Flüssigkeiten ist unerläßlich für alle Kühlvorrichtungen, wo auf der einen Seite der blechenen Scheidewand die Würze, auf der andern das Kühlwasser sich fortbewegt, weil es dadurch möglich wird, die Würze bei der fortschreitenden Abkühlung mit immer **kälterm** Kühlwasser in Berührung zu bringen.

Fig. 47.



Um Raum zu sparen hat man der Kühlrinne die Form gegeben, welche im „Bierbrauer" 1861 S. 168 abgebildet ist.

§. 45.

Unter Berücksichtigung des oben erwähnten Grundsatzes der Gegenbewegung und in der Absicht, das Kühlwasser möglichst heiß abfließen zu lassen, konstruirte ich den in Fig. 48 und 49 dargestellten Refrigerator.

Der Apparat besteht aus zwei Bottichen, welche die zu kühlende Würze enthalten, — aus dem schlangenförmigen Röhrensystem, durch welches das Kühlwasser emporsteigt, — und aus dem Kühlwasserbehälter (mit Eiskühlung) nebst Röhrenverbindung.

Fig. 48 zeigt die Würzebottiche A und B **ohne** die Kühlschlangen und den Kühlwasserbottich, aber **mit** den Röhren zur Fortleitung der Würze. — Fig. 49 dagegen zeigt diese Bottiche **ohne** die Röhren für die Würzeleitung, aber **mit** den Kühlschlangen und den Röhren, welche das Kühlwasser vom Bottich C herbeileiten.

Dieser Apparat wird auf folgende Art gebraucht. Der Bottich A wird mit heißer Würze gefüllt, welche während der Kühlung und unter fortwährendem Zufluß heißer Würze sich — in der Richtung der Pfeile x x — nach dem Abflußrohre a bewegt. Der Hahn b wird erst am Schluß der Kühlung geöffnet, um den Inhalt des Bottichs

Fig. 48.

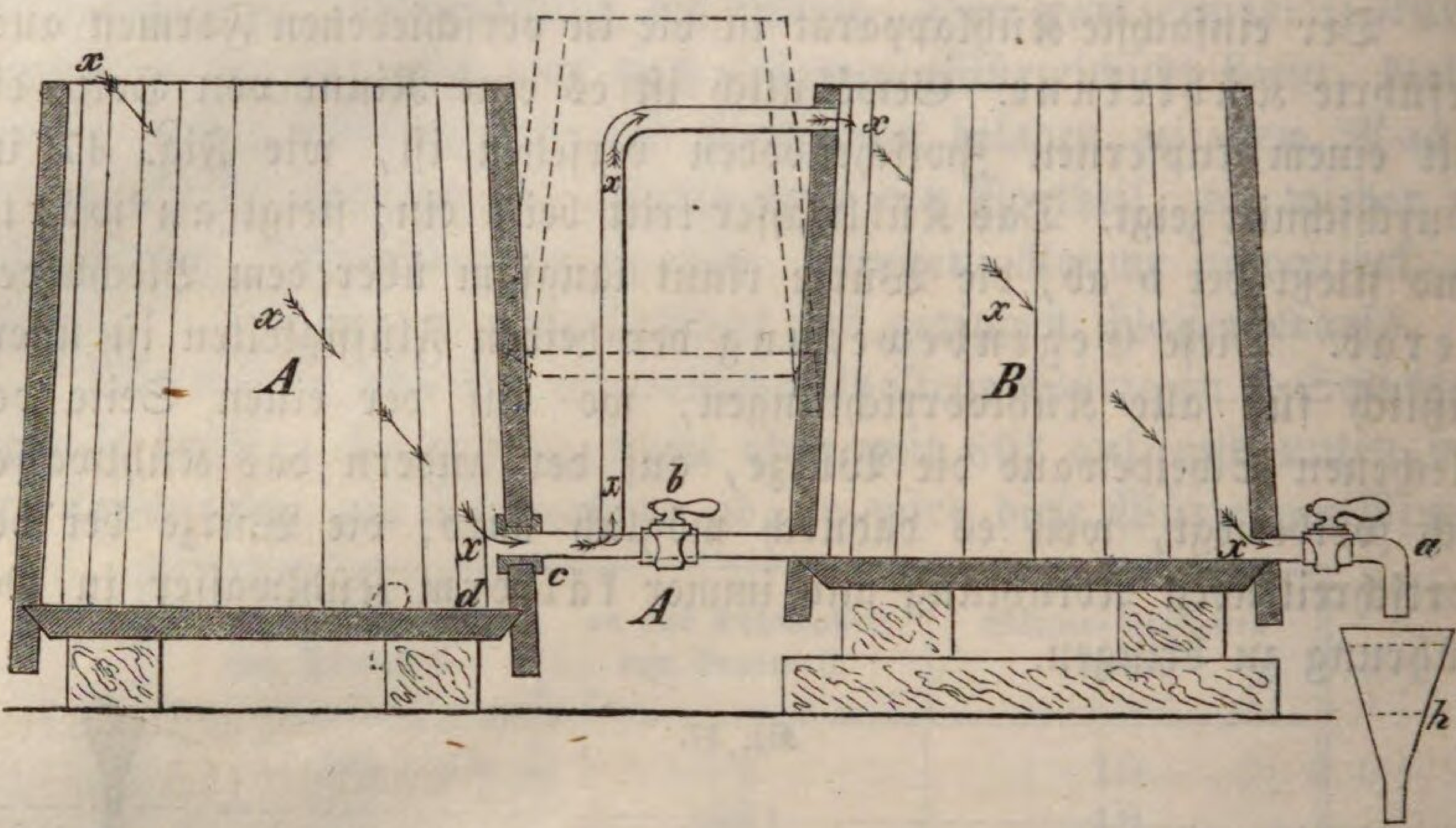
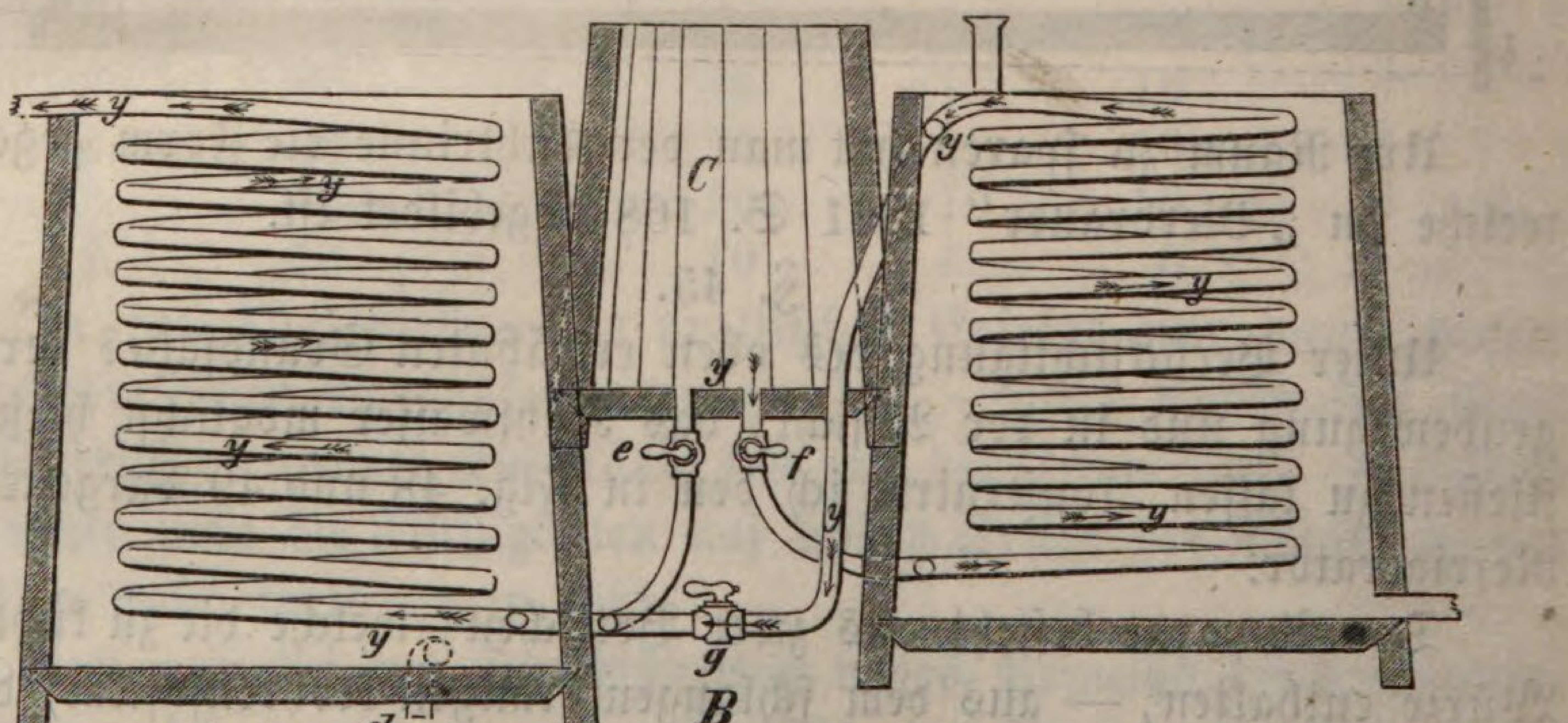


Fig. 49.



A ganz allmälig nach B u. s. w. abfließen zu lassen. In dem Raume unterhalb des Rohres c setzt sich das Kühlgeläger ab und wird bei d abgezapft, um durch Trubsäcke filtrirt zu werden.

Das Kühlwasser fließt in der Richtung der Pfeile y y (s. Fig. 49).

Zu Anfang wird lediglich die im Bottich A enthaltene Würze gekühlt, wobei der Zufluß der heißen Würze 1/4 Stunde lang unter=

brochen wird. Der Bottich C enthält nur Brunnenwasser (ohne Eis), — der Hahn e wird geöffnet, die Hähne f und g bleiben geschlossen.

Ist die Temperatur am Boden des Bottichs auf etwa 25° angelangt (man zapft bei d eine Probe ab), so bringt man auf den Würzespiegel ein mit schmalem Rand versehenes Bret, auf welches man die heiße Würze abfließen läßt, worauf die abgekühlte Würze durch das Verbindungsrohr c nach dem Bottich B abfließt, während der Hahn bei a gesperrt ist.

Nun wird der Hahn e gesperrt und die Hähne f und g werden geöffnet, — auch wird dem Kühlwasser nunmehr Eis zugesetzt. Das im Bottich B bereits benutzte Kühlwasser dient von jetzt an auch noch zur Kühlung im Bottich A.

Ist der Bottich B gefüllt, so muß der Hahn bei a geöffnet und Ab- und Zufluß regulirt werden. h ist ein Seihetrichter, in welchem sich Baumwolle oder Badeschwamm eingepreßt befindet.

§. 46.

Zum Nachkühlen der mit etwa 30° vom Kühlschiff abfließenden Würze wird neuerer Zeit ein von Baudelot in Haraucourt (bei Sedan) konstruirter und in Frankreich patentirter Kühlapparat mit großem Erfolge angewendet. Baudelot verwendet ebenfalls einen in einem Röhrensysteme emporsteigenden Strom von kaltem Wasser (Eiswasser). — Die Außenseite der Röhren aber wird von tropfenweise auffallender Würze benetzt und umspült, so daß neben der Vertheilung der Würze in eine ungemein dünne und schon deshalb leicht abzukühlende Schicht auch noch die Verdunstung der Wassertheile als abkühlender Faktor in Rechnung kommt. Die in Fig. 50 und 51 vorliegende Abbildung dieses Apparats wird auch die Möglichkeit einer raschen und gründlichen Reinigung der mit der Bierwürze in Berührung gewesenen Flächen erkennen lassen.

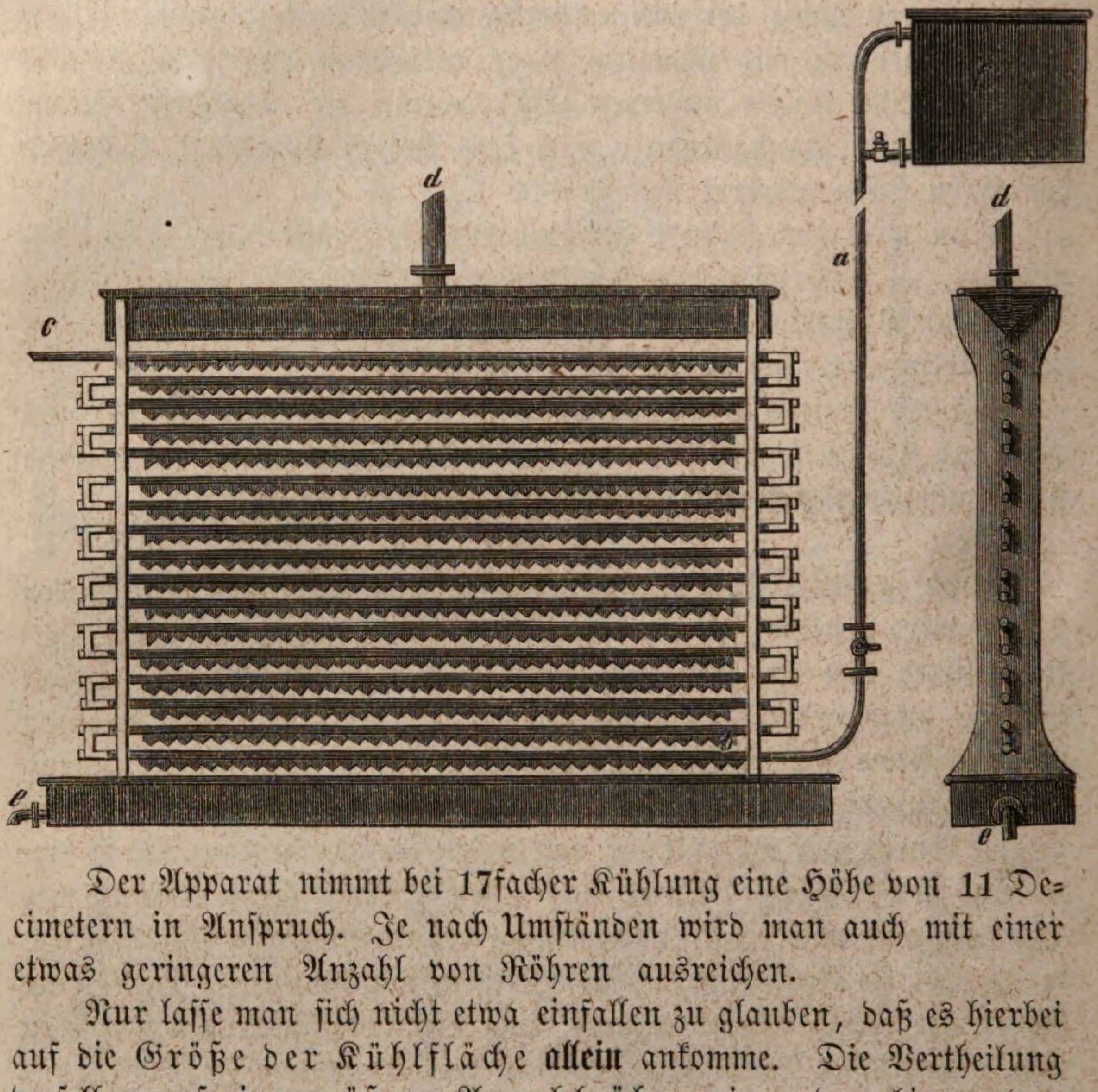
Fig. 51 ist die Seitenansicht, Fig. 50 die Vorderansicht.

Bei a fließt das Kühlwasser von dem hölzernen Behälter f ein, gelangt bei b in die unterste der Röhren, deren 17 (von je 23 Decimeter Länge) über einander liegen und, wie aus der Zeichnung zu ersehen ist, verbunden sind. Bei c fließt das durch die Abkühlung erwärmte Wasser ab.

Die warme Würze fließt bei d in eine durchlöcherte Tropfrinne, von wo sie auf die oberste Röhre fällt, über dieselbe und an den

Zacken der sägenartigen Ansätze jeder Röhre fortrinnt, um die darunter liegenden Röhren ebenfalls zu betropfen, bis sie in dem untergesetzten Kasten anlangt und bei e zum Abfluß kommt.

Fig. 50 u. 51.



Der Apparat nimmt bei 17facher Kühlung eine Höhe von 11 Decimetern in Anspruch. Je nach Umständen wird man auch mit einer etwas geringeren Anzahl von Röhren ausreichen.

Nur lasse man sich nicht etwa einfallen zu glauben, daß es hierbei auf die *Größe der Kühlfläche* **allein** ankomme. Die Vertheilung derselben auf eine *größere Anzahl über einander liegender Röhren* ist ganz wesentlich, weil zur *Ausgleichung* der Temperaturen des Kühlwassers und der Würze eine *gewisse Zeit unbedingt nöthig* ist.

Die Lieferung solcher Apparate übernehme ich und garantire den Erfolg. Ein Apparat mit 12 Röhren kühlt in einer Stunde 15 Hektoliter Würze von 25° auf 7° ab.

Dritter Theil.

Technik der Bierbrauerei.

Erste Abtheilung.

Materialien-Lehre.

Einleitung.

„Was ist Bier?"

Es wäre immerhin eine ganz interessante Aufgabe, einmal geschichtliche Studien über das Bier und seine Darstellung zu machen. Allein es giebt erstens keinen Maßstab für die Qualität der in alten Zeiten gebrauten Biere, — und zweitens geben uns die ganz alten Quellen keinen Nachweis über das Brauverfahren. Das älteste technische Werk über Bierbrauerei stammt aus der Feder eines Böhmen, Thaddeus Hagecius ab Hayck, — die im Jahre 1585 in lateinischer Sprache erschienene Abhandlung unter dem Titel: „De cerevisia ejusque conficiendi ratione, natura viribus et facultatibus" giebt auf nur 50 Seiten eine mit großer Einfachheit und Klarheit geschriebene Darstellung des Brauprozesses. Für die Beantwortung der obigen Frage kann uns aber auch dies Schriftchen nicht dienen. Denn

> wir wurzeln mit unsern sogenannten geistigen wie mit unsern sinnlichen Genüssen ganz und gar in der **Gegenwart.**

Und für uns giebt es heute in den technischen Gewerben keine andere Richtschnur als die Nachfrage nach dem Produkt. Die Nachfrage aber ist die Folge der herrschenden Geschmacksrichtung, — und ein Producent, welcher vor den Befehlen seiner Abnehmer nicht die Segel streichen will, ist ein vollendeter Thor. Wol mag der Bierbrauer versuchen, den Geschmack seiner Kunden zu kultiviren und zur Würdigung eines bessern Produktes zu erziehen, — aber der Uebergang kann nur sehr allmälig geschehen. Ich habe mit eignen Augen gesehen, wie Weintrinker aus dem Süden und Norden Deutschlands der Krone aller deutschen Weine, dem duftigen Rießling des Rheingau's, keinen Geschmack abgewinnen konnten, — viel weniger noch wird man das herkömmliche Bier, dessen Konsum in allen

Schichten der Gesellschaft heimisch ist, durch eine ungewohnte — wenn auch bessere — Qualität verdrängen wollen. Dem Engländer sind seine schweren Wassermaischbiere gerade so an's Herz gewachsen, wie dem Bayer seine Dickmaischbiere, dem Berliner sein Weißbier und dem Belgier seine milchsauren Faro und Lambik.

Wenn die Frage: „Was ist Bier?" hier ventilirt werden soll, so giebt es keinen andern Grund dazu, als die von da und dort geltend gemachte Einsprache gegen das eine oder andere Material. Und damit stehen wir auf dem Boden der Volkswirthschaft. Wir beugen uns als gute Volkswirthe vor der Souveränität der Konsumenten, — wir suchen den Geschmacksanforderungen derselben in allen Stücken nachzukommen, — wir suchen ihnen das vortrefflichste Getränk auf dem billigsten Wege zu liefern. Aber — wie wir das machen, das geht den Konsumenten nichts an; denn zur Beurtheilung technischer Operationen gehört technischer Verstand, da reicht die bloße Zunge nicht aus.

Merkwürdiger Weise hat unter Andern auch der hochverdiente Chemiker Mulder der Bierbrauerei eine vollständige Ausnahmestellung allen andern technischen Gewerben gegenüber zugedacht, indem er die aus Malz und Kartoffelzucker dargestellten Getränke nicht „Bier" nennt (s. Mulder, Chemie des Bieres S. 472). Die Konsumenten dagegen nennen's so, — und die dürften hierbei wol einzig und allein zum Urtheil berufen sein.

Wenn wir uns, im Hinblick auf die so außerordentlich verschiedenen Biere, die Frage: „Was ist Bier?" vorlegen, so kann die Antwort nicht anders lauten als:

> Bier ist ein durch Weingährung erzeugtes Getränk, welches **gebräunte Eiweißstoffe** (in größerer oder geringerer Menge) enthält.

Alle andern Definitionen, welche im Gegensatz zum Wein aufgestellt wurden, sind nicht stichhaltig. Man hat z. B. gesagt:

Das Bier sei ein gegohrenes Getränk, welches aber vor Schluß der Gährung getrunken werde, während der Wein nach Beendigung der Gährung erst zur Konsumtion komme. Aber — viele belgische Biere werden erst nach vollständiger Vergährung verzapft und viel Wein wird (in den Weinländern) vor Schluß der Gährung als „neuer Wein" mit großer Liebhaberei getrunken.

Man hat ferner als einen wesentlichen Unterschied zwischen Bier

und Wein hervorgehoben, daß das erstere seine Gährung unter dem Einflusse der **Phosphorsäure**, der Wein aber unter dem Einflusse der **Weinsäure** durchgemacht habe. Dagegen ist zu bemerken, daß auch die Weine erhebliche Mengen von Phosphorsäure enthalten und daß das Berliner Weißbier stets unter Zusatz von Weinsäure vergährt.

Man hat auch in dem mehr oder minder großen Alkoholgehalt einen Unterschied zwischen Bier und Wein zu entdecken geglaubt. Aber — du lieber Himmel — wir haben „Biere", deren Alkoholgehalt von $1^1/_2$ Procent (sächsische Landbiere) bis 9 Procent (englisches Ale) wechselt, und Weine, deren Alkoholgehalt zwischen 5 Procent (schlechte Jahrgänge, wie z. B. der 1860er) und 12 Procent (Auslese guter Jahrgänge) schwankt!

Daß man im Hopfenzusatz nicht den Grund des Charakters „Bier" suchen darf, versteht sich von selbst, weil man sehr gute Biere ohne Hopfen brauen kann.

Es erübrigt also wol nichts Anderes, als die obige Definition für **allein richtig** gelten zu lassen.

Auf der Grundlage der im Biere stets enthaltenen gebräunten Eiweißstoffe aber will ich noch eine Bemerkung beifügen, welche mehr den Arzt als den Bierbrauer interessiren dürfte, jedenfalls aber auch dem letztern zu wissen nützlich ist.

Es ist nachgewiesen, daß die Eiweißstoffe der Nahrungsmittel durch den Verdauungsprozeß ebenfalls in jene, auch in kaltem Wasser lösliche und durch Blutlaugensalz **nicht** fällbare (s. I. §. 152) gebräunte Form verwandelt werden, — man schreibt diese Umwandelung der Mitwirkung eines andern noch ziemlich unbekannten Körpers, den man **Pepton** genannt hat, zu und bezeichnet deshalb auch die obige Form als „peptonisirte" Eiweißstoffe.

Diese peptonisirten Eiweißstoffe nun spielen eine ungemein wichtige Rolle beim Ernährungsprozeß, — es ist die mildeste und leicht verdaulichste Form derselben, welche ohne weitere Vermittelung in die Säftemasse aufgenommen wird. Der Ernährungswerth derselben hat sich am glänzendsten bewährt, als man bei Magenkrankheiten, welche die Zufuhr von Speisen auf dem gewöhnlichen Wege unthunlich machten, künstlich peptonisirte Eiweißstoffe durch Vermittlung von Klystiren in den Darmkanal brachte und die abgezehrten Kranken sich rasch erholten.

Dieser Form der Eiweißstoffe begegnen wir nun auch im Biere

und finden darin den Schlüssel zu so vielen bekannten, aber unerklärten Thatsachen. Denn nur daher entstehen die muskulösen Glieder der Biertrinker, die reichliche Milchbildung bei biertrinkenden Ammen, die rasche Ernährung Schwindsüchtiger durch sehr concentrirte Extrakte (wie die „Braunschweiger Mumme").

Was die Menge der im Bier enthaltenen Eiweißstoffe anlangt, so muß solche selbstverständlich verschieden sein je nach dem angewendeten Brauverfahren.

Würzen, die nicht gekocht werden, scheiden das Glutin bei der Gährung als schleimige Decke aus und liefern Biere, die außerordentlich **arm** an Eiweißstoffen und **deswegen** dem Wein ähnlicher sind. Als Muster diene das Weißbier, die geliebte „kühle Blonde" der Berliner.

Würzen dagegen, die von einer Maische abgeläutert wurden, von der sogar die elastinhaltigen Treber zum Theil mit gekocht wurden und dadurch selbst eine Veränderung des Elastin herbeiführten (s. §. 152), müssen Biere geben, die ausnehmend reich sind an Eiweißstoffen.

Es stehen uns nicht viel genaue Bier-Untersuchungen zu Gebote, die bezüglich des Gehalts an Eiweißstoffen Aufschluß geben; — indessen reichen sie aus zur Bestätigung des Erwähnten.

Da die Eiweißstoffe die einzigen Bierbestandtheile sind, welche Stickstoff enthalten, so pflegt man nur den Stickstoff zu bestimmen und aus dessen Menge (nach dem Verhältniß, daß in 100 Theilen Eiweißstoffen 15.5 Theile Stickstoff enthalten sind) auf den Eiweißstoffgehalt zu schließen.

Graham, Hofmann und Rodwood fanden in einer Würze von 21 Procent Extraktgehalt

0.217 Procent Stickstoff, also 1.4 Procent Eiweißstoffe,

in dem daraus gewordenen Biere

0.134 Procent Stickstoff, also 0.9 Procent Eiweißstoffe.

Heckmeyer fand

in Utrechter Bier	0.41	Procent Eiweißstoffe (aus dem Stickstoffgehalt berechnet),
in Prinzessinnen-Bier	0.46	= =
in Middelburger Bier	0.83	= =

Die englischen wie die holländischen Biere sind zwar beide nach dem Infusions-Verfahren gearbeitet, aber mit sehr ungleichem Materialaufwand. Und daß mit dem größern Malzaufwand bei gleichem

Brauverfahren auch eine größere Menge Eiweißstoffe in das Bier kommen muß, sieht Jeder ein.

Da uns Heckmeyer auch den Alkohol- und Extraktgehalt der von ihm untersuchten Biere mittheilt, so können wir daraus den Extraktgehalt der zugehörigen Würzen berechnen und dann zum Vergleiche mit den englischen Bieren schreiten.

Das Utrechter Bier enthielt 3.8 Volumprocente (= 3.04 Gewichtsprocente, s. S. 36) Alkohol und 3.36 Gewichtsprocente Extrakt. 3.04 Alkohol erheischen (s. I. §. 189) $\frac{3.04 \times 100}{51.11} = 5.948$ Glykose, bei deren Zersetzung (s. I. §. 256) $\frac{5.948 \times 5.619}{100} = 0.334$ Extraktbestandtheile als Hefe ausscheiden. Wir hatten also

	5.948	Glykose,
	0.334	Hefenbestandtheile,
und	3.360	Extrakt im Biere,
	9.642	Procent Würzeextrakt,

welche Zahl aber noch (s. I. §. 256) mit 0.964 multiplicirt werden muß, um sie der Wahrheit näher zu bringen. 9.642 × 0.964 ergiebt 9.295 Procent feste Masse in der Würze. — Auf gleiche Weise finden wir, daß das Prinzessinnenbier (mit 4 Volumprocenten Alkohol und 2.6 Procenten Extrakt) aus einer Würze von 8.88 Procent und das Middelburger (mit 4.95 Volumprocenten Alkohol und 5.18 Extrakt) aus einer Würze von 12.86 Procent hervorgegangen war.

Hiernach befinden sich also im Würze-Extrakt

des Utrechter Bieres	4.252	Procent	Eiweißstoffe,
des Prinzessinnen-Bieres	5.180	„	„
des Middelburger Bieres	6.451	„	„
des englischen Bieres	6.667	„	„

A. Vogel jr. hat eine Reihe von Stickstoffbestimmungen im Bierextrakt von Münchner Bieren veröffentlicht. Die in der „Zeitschrift des landwirthschaftlichen Vereins in Bayern" (Jahrgang 1859 S. 296 ꝛc.) enthaltene Abhandlung spricht sich aber nicht aus über den Gehalt der Biere an Alkohol und Extrakt, — man kann also nicht mit Sicherheit auf den Stickstoffgehalt des Würze-Extraktes schließen und es müssen deshalb fernere Versuche abgewartet werden, bevor eine genaue Vergleichung mit den englischen und holländischen Bieren möglich ist. Vogel fand im Bierextrakt

von vorjähr. Hofbräuhausbockbier	1.393	Proc.	Stickstoff, also	8.99	Proc.	Eiweißstoffe,
= = =	1.333	=	=	= 8.60	=	=
= = =	1.559	=	=	= 10.06	=	=
= = =	1.440	=	=	= 9.29	=	=
= = =	1.485	=	=	= 9.58	=	=
= Winterhofbräuhausbier	2.227	=	=	= 14.37	=	=
= Winterhofbräuhausdoppelbier	1.200	=	=	= 7.74	=	=
= Winter-Spathenbräubier	1.183	=	=	= 7.63	=	=

Eine sehr auffallende Erscheinung bleibt immerhin hierbei der bedeutende Stickstoffgehalt des Hofbräuhaus-Winterbieres.

Erster Abschnitt.

Vom Wasser.

§. 1.

Es steht uns Quell- und Brunnenwasser, Fluß- und Teichwasser zu Gebote. Alle diese Wasser enthalten mehr oder weniger fremde Beimengungen, je nach dem Gestein ꝛc., mit dem sie in Berührung waren. Eine Quelle, die aus Quarz- oder Granitgebirgen entspringt, ist ziemlich frei davon, — Kalk- und Gypslager geben schon mehr ab, und Teichschlamm, sowie der Zufluß von Kloaken, bereichern das Wasser mit Stoffen, die es als „Braumaterial" fast oder ganz untauglich machen.

Die Natur der Körper, welche in dem zu den Brauoperationen verwendeten Wasser vorkommen, ist bereits in einem früheren Abschnitt besprochen. Hier kommt es nur darauf an, die Wege zu bezeichnen, auf denen wir feststellen, welche Stoffe vorhanden sind, ob die Menge derselben dem Brauprozeß Gefahren bereiten kann, und wie solches Wasser allenfalls zu verbessern, bez. zu reinigen ist.

Zur Vereinfachung vorliegender Fragen kann man die betreffenden Körper in vier Gruppen zusammenstellen.

Die erste Gruppe enthält solche Körper, welche vermittelst Kohlensäure (als doppeltkohlensaure Salze) im Wasser gelöst sind und welche sich abscheiden, sobald die Kohlensäure auf eine der unten näher bezeichneten Weisen entfernt ist. Dahin gehören die Verbindungen der

Kohlensäure mit Kalkerde, Bittererde und Eisenoxydul. Man erhält die Summe dieser Körper, wenn man einige Liter Wasser etwa eine Stunde lang kocht und das verdampfte durch destillirtes Wasser ersetzt. Nach dem Erkalten gießt man die klare Flüssigkeit in eine Abdampfschale, bringt den Bodensatz auf einen Filter, wäscht ihn aus, trocknet und wägt ihn.

In der zweiten Gruppe finden wir zwei Körper, Gyps und Kieselerde. Um sie von den übrigen abzuscheiden, wird die klar abgegossene und durch's Filter gelaufene Flüssigkeit der eben erwähnten Operation bis zur Trockne abgedampft, der Rückstand wird mit verdünntem Spiritus übergossen und einen Tag lang unter öfterem Umrühren in der Wärme stehen gelassen. Hierauf wird die ganze Masse auf ein Filtrum gebracht und so lange mit verdünntem Spiritus ausgewaschen, bis einer der abfließenden Tropfen beim Verdampfen auf einem blanken silbernen Löffel keinen Rückstand mehr hinterläßt. Das Filter wird getrocknet und gewogen, es enthält Gyps und Kieselerde.

Die dritte Gruppe umfaßt eine ganze Reihe leicht löslicher Salze, welche für die Brauoperationen theils unschädlich sind (wie Chlornatrium, Chlorcalcium, Chlormagnesium, schwefelsaures Natron, schwefelsaure Bittererde), theils Gefahren bereiten können (wie salpetersaurer Kalk, quellsaures und quellsatzsaures sowie phosphorsaures Ammoniak).

In die vierte Gruppe verweisen wir lediglich die sogenannten organischen Körper, Quellsäure und Quellsatzsäure, in ihren Verbindungen mit Ammoniak, — weil deren Gegenwart die Haltbarkeit des Bieres unter allen Umständen beeinträchtigt. Man muß sich deshalb über ihre Gegenwart oder Abwesenheit vergewissern und dazu bedient man sich einer Auflösung von Chlorgold. Zu einer kleinen Portion Wasser in einem Glaskölbchen setzt man ein paar Tropfen Chlorgold, so daß dasselbe eine schwach gelbliche Färbung bekommt, und erhitzt zum Sieden. Verändert sich dabei die Farbe nicht, so kann das Wasser unbedenklich verwendet werden; wird aber das Wasser beim Sieden bläulich, so ist es für Brauzwecke zu verwerfen.

§. 2.

Die Körper der ersten Gruppe können schon deshalb beim Brauprozeß keinen Nachtheil bringen, weil sie beim Erhitzen des Maischwassers ausgeschieden werden. Was von diesem Niederschlag in

den Maischbottich gelangt, wird zum Theil von der beim Maischen entstehenden Milchsäure gelöst, vermehrt also die Menge der Kalksalze im Biere um ein Geringes. — Für das Weichwasser aber sind solche Wasser mit Körpern der erste Gruppe zu meiden, weil das Pflanzeneiweiß mit den Kalksalzen schwerlösliche Verbindungen*) eingeht, die dem Zwecke des Einweichens hinderlich sind. Hat man deshalb zum Einquellen nur solche Wasser mit doppelkohlensaurem Kalk, so muß man dieselben zuvor weich machen. Zu dem Ende erhitzt man es entweder zum Sieden und läßt es erkalten, — oder man setzt kleine Portionen Kalkwasser hinzu (wodurch die freie Kohlensäure gebunden wird und dann der gelöste kohlensaure Kalk ebenfalls zu Boden fällt); dieser Zusatz wird unterbrochen, sobald das abfiltrirte Wasser beim Kochen klar bleibt und rothes Lackmuspapier doch nicht bläuet. Ist eine Bläuung dieses Reaktionspapiers da, so war zuviel Kalk zugesetzt und man muß den Fehler nun durch Zusatz von hartem Wasser korrigiren. Eine etwas umständlichere Manier zur Beseitigung der aufgelösten kohlensauren Erden ist der Zusatz von Kohlenpulver; die Kohle saugt die Kohlensäure auf und der kohlensaure Kalk ꝛc. fallen zu Boden.

Auch der Gyps (in der zweiten Gruppe) ist beim Einweichen schädlich, — ein Besserungsverfahren für solches Wasser ist zur Zeit nicht bekannt. — Ob auch Kieselerde in dem Rückstand auf dem Filter enthalten ist, wird erforscht, indem man diesen Rückstand mit verdünnter Kalilauge kocht, die klar filtrirte Flüssigkeit mit Salzsäure versetzt, zur Trockne abdampft, dann stark erhitzt und mit Wasser auskocht; — was dann ungelöst bleibt, ist Kieselerde.

Die Salze der dritten Gruppe können sich durch ein Vorherrschen beim Geschmack unangenehm bemerklich machen. Um darüber im Voraus ins Klare zu kommen, dampfe man eine Portion solchen Wassers bis auf etwa die Hälfte ein und lasse es erkalten; findet man dann keinen ausgeprägten Salzgeschmack, so kann man es als Brauwasser gelten lassen, wenn es sonst frei von schädlichen Salzen ist.

Zu den letztern übergehend, erkennt man die salpetersauren Salze leicht, indem man dem Rückstande vom Eindampfen einer größern Menge des Wassers einen Tropfen Indigolösung zusetzt, wodurch er

*) Darauf beruht auch das Hartkochen der Hülsenfrüchte in hartem Wasser, — hier geht das Legumin (d. i. der Eiweißstoff der Hülsenfrüchte) die Verbindung ein.

blau gefärbt wird; wenn nun diese blaue Färbung verschwindet, nachdem man etwas verdünnte Schwefelsäure zugesetzt und erwärmt hat, so sind salpetersaure Salze vorhanden. — Ueber die Gegenwart von Ammoniaksalzen vergewissert man sich, indem man dem Wasser in einem Kolben etwas reines Kali (Aetzkali) zusetzt, erhitzt und an die Oeffnung des Kolbens einen mit Salzsäure befeuchteten Glasstab hält, — entstehen weiße Nebel in der Nähe des Stabes, so deutet das auf Ammoniak.

§. 3.

Von der Auffindung der Quellsäure war schon oben die Rede. Im Hinblick auf diese für das Bierbrauen gefährlichen Beimengungen des Wassers darf man sich dennoch nicht scheuen, solch' Wasser zum Einquellen der Getreide anzuwenden. Für die Malzbereitung bringen diese Stoffe durchaus keine Gefahren. Die salpetersauren und quellsauren sowie die Ammoniak-Salze werden bei der Keimbildung verbraucht (zudem können diese Körper doch nur in homöopathischen Dosen in dem eingequellten Korne vorhanden sein).

Was nun die Frage anbetrifft, ob solch' schädliches Wasser nicht auch für die Brauzwecke tauglich gemacht werden kann, so lautet die Antwort heute ziemlich befriedigend, seitdem Dr. Hoffmann in London den Vorschlag Condy's, die mangansauren und übermangansauren Alkalien zur Desinficirung des Wassers (der Luft 2c.) anzuwenden, geprüft und über Erwarten zweckmäßig befunden hat. Bei seinen Versuchen verlor ein aus einer Pfütze geschöpftes Wasser, welches seine sämmtliche organische Substanz im Zustande der Fäulniß enthielt und einen höchst widerlichen Geruch entwickelte, durch verhältnißmäßig kleine Quantitäten von mangansaurem oder übermangansaurem Kali oder Natron augenblicklich jede Spur von unangenehmem Geruch. Die Zerstörung der organischen Substanz (wobei der Kohlenstoff zu Kohlensäure und der Wasserstoff zu Wasser wird, der Stickstoff aber als solcher entweicht) ist durch die Entfärbung der smaragdgrünen Lösung des mangansauren oder der purpurrothen Lösung des übermangansauren Kali's deutlich zu erkennen. Nachdem sich der braune Niederschlag (Braunstein) abgesetzt hatte, war jenes Wasser vollkommen klar, farblos und besaß nicht den geringsten Geruch.

Freilich geht das Kali des mangansauren 2c. Salzes in das Wasser über und erhöht seinen Salzgehalt und man wird also immerhin zu prüfen haben, ob der Salzgehalt desselben dadurch nicht zu

sehr gesteigert wird. Und wenn letzteres der Fall ist, so hat die Hülfe der Chemie vorläufig ihr Ende erreicht.

§. 4.

Was nun die Menge von fremden Beimengungen anlangt, welche in einem Brauwasser noch enthalten sein dürfen, um es als Braumaterial gelten zu lassen, so ergeben sich Anhaltspunkte wol am besten, wenn ich einige Angaben über den Gehalt von Wassern, mit denen anerkannt gute Biere producirt werden, hierher setze.

Die Wasser von München enthalten im Liter 12 bis 36 Centigramm feste Bestandtheile, wovon etwa die Hälfte lösliche Salze und die andere Hälfte kohlensaurer Kalk sind.

Außerordentlich verschieden sind die Brauwasser in London. Hier die Analysen aus einigen der berühmtesten dortigen Brauereien, nämlich:

a) von Allsopp u. Söhne (Analyse von Böttinger)

	im Liter		
kohlensaure Kalkerde	22.1	Centigramm	= 25.3 beim Kochen ausscheidbare Salze.
„ Bittererde	2.4	„	
„ Eisenoxydul	0.8	„	
Kochsalz	14.4	„	= 67.6 löslich bleibende Salze.
schwefelsaures Kali	10.9	„	
„ Kalkerde	27.0	„	
„ Bittererde	14.2	„	
Kieselerde	1.1	„	
	92.9		

b) von Baß u. Co. (Analyse von Cooper)

	im Liter		
kohlensaure Kalkerde	14.3	Centigr.	= 14.3 beim Kochen ausscheidbare Salze.
schwefelsaure „	79.1	„	= 99.2 lösliche Salze.
Chlorcalcium	18.8	„	
schwefelsaure Bittererde	1.3	„	
	113.5		

c) von Tetley u. Sohn (Analyse von Muspratt)

	im Liter		
kohlensaure Kalkerde, „ Bittererde	28.2	Centigramm	= 29.5 durch Kochen abscheidbare Salze.
„ Eisenoxydul	1.3	„	
schwefelsaure Kalkerde	7.1	„	= 56.5 lösliche Salze.
„ Natron	18.7	„	
„ Bittererde	13.9	„	
Kochsalz	10.1	„	
Chlor-Magnesium	6.7	„	
	86.0		

Man kann annehmen,

daß ein Wasser, welches zur Würzebereitung dienen soll, im Liter bis zu 2 Gramm (= 200 Centigramm) oder 2 per Mille feste Stoffe (Rückstand beim Abdampfen) enthalten darf.

Zweiter Abschnitt.

Mehlfrüchte.

§. 5.

Die Mehlfrüchte als Braumaterialien muß man nach zwei verschiedenen Richtungen hin betrachten, — sie dienen entweder als Malzgut, d. h. als Träger der die Zuckergährung einleitenden Eiweißstoffe, — oder als Stärkemehlquelle, um im ungemalzten Zustande mit verwendet zu werden.

Für den erstern Zweck dient uns fast nur die Gerste, — ausnahmsweise benutzt man wol noch Weizen und Spelz. Der Grund dieser Bevorzugung der Gerste liegt lediglich darin, daß bei derselben der Blattkeim unter der Hülse fortläuft, um an der dem Wurzelkeim entgegengesetzten Spitze hervorzubrechen. Daraus aber, daß dieser Blattkeim nach und nach mit dem größten Theil der Substanz des Korns in Berührung und Wechselwirkung tritt, entspringt gerade die Umwandlung der unlöslichen Eiweißstoffe in die löslichen, — eine Umwandlung, welche uns die Handhabe zur Umwandlung des Stärkemehls oder zur Einleitung der Glykosegährung bietet. Nur soweit sich der Blattkeim nach der andern Spitze hin fortentwickelt hat, ist auch die erwähnte Umwandlung der Eiweißstoffe in reichem Maaße eingetreten. — Es ist noch nicht lange her, daß man sich über die Gründe der Bevorzugung der Gerste als Malzmaterial gar kuriose Vorstellungen gemacht hat. Da ist z. B. gesagt worden, daß die Gerste deshalb den Vorzug verdiene, „weil sie bei der größten Menge Stärkemehls die geringste Menge Kleber enthalte, demnach unter allen Getreiden am wenigsten Gährstoff mit sich führe und deshalb zur Herstellung eines dauer-

haften Bieres sich besser eigne als jedes andere Getreide." Daß dies auf einem durch höchst mangelhafte chemische Untersuchungen hervorgerufenen Irrthum beruht, zeigen die Analysen Oudemans (s. Mulder's Chemie des Bieres S. 26), wonach enthalten sind

in 100 Theilen	Gerste:	Weizen:
Stärkemehl	53.8	57.0
Eiweißstoffe	9.7	11.5

Die bessere Einsicht, welche wir heute über die Nothwendigkeit des „Klebers" für die Zuckergährung haben, ließ uns nach vorstehender Analyse unbedingt dem Weizen den Preis zuerkennen, wenn nicht die Erfahrung lehrte, daß die Zunahme der löslichen Eiweißstoffe bei der Gerste bedeutender ist als beim Weizen. Diesen Erfahrungssatz hat man noch vor Kurzem in die Formel gebracht, „daß der Gerstenkleber mehr zuckerbildende Kraft besitze als der Weizenkleber." Wer hat denn die verschiedenen Klebersorten auf ihre zuckerbildende Kraft geprüft? so muß man doch wol fragen. — Freilich ist's denn auch kein Wunder, wenn man an berufener Stelle noch immer im alten Schlendrian befangen ist, nachdem man den Pfad für die Schüler mit solchen mährchenhaften Phrasen gepflastert hat. Wie aber, wenn die unerbittliche Logik einem der mit solchen Lehrsätzen gefütterten Eleven einmal den Schabernack spielte, den in den Gerstenmalz=Trebern enthaltenen Kleber herbeizuholen, um seine gepriesene „zuckerbildende Kraft" weiter auszunutzen? — — Hoffentlich wird diese Art, die praktischen Brauer mit chemischen und physikalischen Hülfskenntnissen auszurüsten, bald einer „neuen Aera" Platz machen.

Ehe wir an die einzelnen Getreide herantreten, ist einiges

Allgemeines über die Getreide und deren Werth

vorauszuschicken.

§. 6.

Bekanntlich kann man ein Getreidekorn mit Hülfe eines Messers leicht in zwei Theile, den Mehlkörper und die Hülse, spalten. Hauptsächlich der Mehlkörper ist es nun, was als Braumaterial in Betracht kommt; — der Zellstoff der Hülse hat nur für die Treber etwas Futterwerth, auch klebt ihm eine dünne Schicht von Eiweißstoffen an, — in der Brauerei ist die eigentliche Rolle der Hülse: beim Keimprozeß als Gehäuse und beim Maischen als Auflockerungs= und Filtrationsmittel zu dienen. Letztere Zwecke darf man aber nicht zu

theuer bezahlen wollen, da man sie auf anderm Wege wohlfeil haben kann, — man bezahlt sie aber stets mit hohem Preise, wenn man beim Ankauf der Gerste nicht die beste Qualität auswählt.

Jeder Brauer weiß, daß z. B. die Gerste äußerst verschieden an innerm Werth ist, je nach dem Boden, auf dem sie gebaut ist, — daß sich das so werthvolle Stärkemehl vorzugsweise entwickelt findet in einer auf lockerm sandigen Lehmboden gewachsenen Gerste, während eine auf reichlich mit frischem thierischen Dünger versehenem Lande gebaute Gerste viel ärmer an Stärkemehl, aber überreich ist an Eiweißstoffen und deshalb einen glasartigen oder speckigen Kern besitzt. — Ebenso spricht die Lage des Bodens ihr Wort mit. Getreide, was am Gebirge gewachsen ist, wiegt in der Regel schwerer als solches vom flachen Lande. Es ist ferner eine bekannte Erfahrung, daß auch die Witterungsverhältnisse während der Vegetationszeit einen mächtigen Einfluß üben auf die Qualität des Getreides. Nasses kaltes Wetter hemmt die Entwickelung des Stärkemehls, wogegen die Bildung einer dicken Hülse begünstigt wird, — auch die Eiweißstoffe nehmen statt des Stärkemehls sehr überhand im kleinen Mehlkörper.

Da wir nun den Materialwerth der Getreide für die Brauerei in dem Stärkemehlgehalt des Mehlkörpers einzig und allein zu suchen und zu finden haben, so müssen wir beim Ankauf der stärkemehlreichern Frucht den Vorzug geben. Und dazu giebt uns das specifische Gewicht der Körner den sichersten Anhaltspunkt, wenn man gleichzeitig darauf sieht, daß die Körner kein glasartiges Innere haben.

Das Stärkemehl ist nämlich ziemlich schwer, die Eiweißstoffe aber auch, — während die werthlose Hülse so leicht ist, daß sie auf dem Wasser schwimmt. Da nun die kleinern Getreidekörner verhältnißmäßig mehr Hülse haben müssen als die wohlausgebildeten dicken, so werden sie auch ein geringeres specifisches Gewicht besitzen, — sowie umgekehrt das vollständigste Korn auch das größte Gewicht zeigt. Um sich hierbei den größten ökonomischen Vortheil zu sichern, wäre es — so sollte man annehmen — am einfachsten, irgend ein landesübliches Hohlmaaß mit dem Getreide zu füllen und zu wägen. Allein man ist dabei doch nicht vor Uebervortheilungen sicher, zumal auch das Getreide vor dem Verkaufe betrügerischer Weise angefeuchtet

werden kann. Die Ermittlung des specifischen Gewichts gewährt dagegen sichern Schutz. Die Principien, welche dem hierzu zweckdienlichsten Verfahren (v. Stein) zu Grunde liegen, sind folgende (vergl. S. 22).

Ein Körper, der leichter ist als irgend eine Flüssigkeit, schwimmt auf der Oberfläche derselben; — ein Körper, der schwerer ist, als diese Flüssigkeit, sinkt darin zu Boden; — ein Körper endlich, der eben so schwer ist als die Flüssigkeit, kann in derselben an jedem Ort zum Schweben gebracht werden, oben sowol wie am Boden oder in der Mitte. — Unsere Getreide sind schwerer als Wasser und sinken darin zu Boden. Man kann aber das Wasser durch Auflösen von Salzen darin schwerer machen, so daß das Getreide darauf schwimmt. Man denke sich nun Gerste auf einer solchen Salzlauge schwimmend und es werde nach und nach soviel einer leichtern Flüssigkeit (z. B. reines Wasser) zugesetzt, daß die Gerste an jedem Ort in derselben schwebend erhalten werden kann. Dann wird offenbar die Flüssigkeit eben so schwer sein (oder dasselbe specifische Gewicht besitzen) wie das Getreide. Man ermittelt das specifische Gewicht der Flüssigkeit durch das Volumeter oder irgend ein anderes Aräometer und man hat somit auch das specifische Gewicht des Getreides.

Stein bedient sich hierzu einer Kochsalzlösung, die so verdünnt sein muß, daß sie sich mit gewöhnlichem Spiritus mischen läßt, ohne daß sich Kochsalz ausscheidet. Der Versuch wird dann so ausgeführt, daß man eine beliebige Menge Körner in die Kochsalzlösung bringt und dann rasch soviel Weingeist unter Umrühren hinzuschüttet, bis die eine Hälfte derselben schwimmt, die andere am Boden des Gefäßes liegt. Hierauf wird sofort das Aräometer eingesenkt und das specifische Gewicht der Flüssigkeit bestimmt, welches gleich ist dem mittleren specifischen Gewicht des Getreides bei der vorliegenden Temperatur der Flüssigkeit.

§. 7.

Man hat sich durch die Thatsache, daß die Schwere der Getreidekörner den Maaßstab ihres Werthes abgiebt, zu dem sehr einseitigen und deshalb unrichtigen Vorschlag hinreißen lassen, das Getreide auf den Märkten blos nach dem Gewichte und nicht nach dem Maaße zu kaufen. Es ist dabei außer Acht gelassen, daß es doch nicht einerlei ist, ob 100 Gewichtstheile eines Getreides 80 Mehlkörper und 20 Hülse oder aber ob sie 90 Mehlkörper und

nur 10 Hülse enthalten. Es muß also gleichzeitig immer wieder die Qualität einer Frucht mit in Anschlag gebracht werden, indem man entweder nach dem Gewichte des landesüblichen Hohlmaaßes fragt, oder das specifische Gewicht nach obiger Methode bestimmt.

§. 8.

Es war oben die Rede von der betrügerischen Praxis des Anfeuchtens. Die Erfolge dieser Prellerei zeigen sich namentlich, wenn bloß nach dem Maaß gekauft wird, weil das aufgenommene Wasser auf das Maaß des Getreides einen größern Einfluß übt als auf das Gewicht. Nach Versuchen von Payen zeigte sich diese Zunahme dem Maaß nach

bei	Weizen	durch	Zusatz	von 5	Gewichtsprocenten	Wasser	= 15	Procent,
„	Gerste	„	„	„ 5	„	„	= 10	„
„	Hafer	„	„	„ 5	„	„	= 10	„
„	Weizen	„	„	„ 10	„	„	= 25	„
„	Gerste	„	„	„ 10	„	„	= 18	„
„	Hafer	„	„	„ 10	„	„	= 22	„
„	Weizen	„	„	„ 15	„	„	= 35½	„
„	Gerste	„	„	„ 15	„	„	= 32	„
„	Hafer	„	„	„ 15	„	„	= 35	„

Solch benetzt gewesenes Getreide trocknet nicht wieder auf den früheren Raum zusammen, — 97 Raumtheile Roggen mit Wasser angefeuchtet und dann wieder eintrocknen gelassen, ergaben hundert Raumtheile trockne Frucht. Das specifische Gewicht des Getreides wird durch diese Manipulation vermindert, weil die räumliche Zunahme hohle Räume im Korn giebt; — außerdem erscheinen solche Körner auch auf der Oberfläche gerunzelt.

Dieser nachtheiligen Einwirkung der Feuchtigkeit auf den Inhalt des Kerns kann sich der Landmann aber zuweilen nicht entschlagen, wenn zur Zeit der Reife der Frucht anhaltendes Regenwetter eintritt, — es beginnt dann sogar die Keimbildung der jungen Frucht noch auf dem Halme, das Auswachsen. Als Malzmaterial ist eine solche Frucht dann kaum mehr verwendbar, — ganz untauglich ist sie, wenn das Keimen schon bis zur Bildung des Blattkeims vorgeschritten war. Durch die damit verbundene Umwandlung der Bestandtheile des Mehlkorns, wobei ein Theil Stärkemehl verbraucht wird, verringert sich das specifische Gewicht des Korns.

War das Getreide vollkommen reif und trocken eingebracht, so erleidet es bei der Aufbewahrung im Stroh keine nachtheilige Ver-

änderung, — Gerste kann nach 4- bis 6 wöchentlichem Liegen schon zum Malzen gebraucht werden.

§. 9.

Eine bis jetzt noch nicht enträthselte Umwandlung der tadellos (?) in die Scheune gebrachten Getreidekörner, durch welche die Keimkraft verloren geht, kann auch noch bei der Aufbewahrung derselben eintreten, — man nennt ein solches Korn „erstickt" und es wird wol etwas Feuchtigkeit mitgewirkt haben. Solche Körner sind mißfarbig und besitzen einen unangenehmen Geruch, welcher Folge der vorangegangenen Umsetzung der Bestandtheile ist. Am sichersten schützt man sich vor der Verwendung solchen Getreides zum Malzen durch die „Gärtnerprobe". Eine Anzahl Körner wird in einem Leinwandlappen zu einem Bündelchen formirt und dieses in einem mit trockner Erde gefüllten Blumentopf vergraben, die Erde gehörig mit Wasser begossen und der Topf dann etwas warm gestellt, — solcher Bündel bringt man gleichzeitig mehrere unter die Erde. Nach 48 Stunden holt man eines derselben heraus und beobachtet die Entwickelung der Keime, 12 Stunden später ein zweites u. s. w. So bekommt man ein klares Urtheil über die Keimfähigkeit des Getreides.

Für die Mitanwendung des Getreides als Rohfrucht beim Einmaischen sind aber alle demselben widerfahrenen Unfälle unschädlich. Ob es feucht geworden und in Folge dessen einen dumpfigen oder modrigen Geruch bekommen hatte, oder ob es auf dem Halme ausgewachsen war, — das ist ganz gleichgültig. Den dumpfigen Geruch beseitigt man durch Zusatz von Knochenkohle beim Einmaischen und das Getreide hat für den Maischprozeß gerade soviel Werth, als seinem Stärkemehlgehalt entspricht.

§. 10.

Aber für den Keimprozeß ist doch eine sorgfältige Aufbewahrung des Getreides wesentlich. Daß es sich dabei um die Abhaltung der Feuchtigkeit — des naturgemäßen Trägers aller Stoff-Umwälzungen — handelt, braucht kaum mehr erwähnt zu werden. Der sicherste Weg zu diesem Ziele bleibt die Drainage der aufgespeicherten Fruchthaufen. Die Ausführung dieser Operation geschieht mit Drainröhren des kleinsten Kalibers. Diese werden auf Dielen oder Latten zu Strängen vereinigt und mit ausgeglühtem Messingdraht befestigt. Zu unterst kommt nun erst eine Anzahl solcher Röhrenstränge in einem Abstand von 2 Fuß zu liegen; — beide Enden

eines Stranges müssen aber frei dastehn und nicht etwa eines derselben an eine Wand anstoßen, — die frische Luft soll ungehindert hindurchsteichen können. Ueber diese Röhren wird nun etwa 1½ Fuß hoch Getreide geschüttet und möglichst gut geebnet. Auf die glatte Fruchtschicht bringt man dann eine zweite Lage von Drainröhrensträngen, deren Richtung aber mit der untern kreuzen muß, — darauf wieder Frucht. Die dritte Röhrenlage hat wieder die Richtung der untersten, kreuzt also auch mit der zweiten Schicht u. s. f., bis der Haufen hoch genug ist. Er gleicht dann einer Citadelle, die ihre Schießlöcher nach allen vier Weltgegenden herauskehrt. — Man kann sich solche Röhrenstränge auch aus Malzdarrblech (am besten geschlitztem) machen, — einer Befestigung auf einer Latte bedarf es dann natürlich nicht.

Sehen wir uns nun

die Getreidearten insbesondere

an, so haben wir uns vor allen zur

Gerste

§. 11.

zu wenden.

Der Fortschritt des Getreidebaues geht bei dieser Frucht, die ja fast lediglich den Zwecken der Bierbrauerei dient, Hand in Hand mit dem Fortschritt des Brauwesens. In neuerer Zeit ist der Anbau mehrerer neuer Gersten-Varietäten versucht worden, — auf die Folgen dieses Fortschritts komme ich weiter unten zurück und gebe hier nur einige aus dem bereits vorhin Erwähnten entspringende empirische Regeln für die Auswahl der Gerste als Malzmaterial.

a) die Gerste muß äußerlich eine ganz gleichmäßige hellgelbe Farbe haben, — sie darf nicht mißfarbig sein und keine röthlichen oder bläulichen Spitzen haben. Letzteres ist Folge des Auswachsens auf dem Halme und zeigt sich dann auch dadurch, daß das Korn am spitzern Ende leer ist. Gerste, die von dem sogenannten Mehlthau befallen ist, fühlt sich an dem Ende, wo der Keim liegt, schmierig an und zeigt da auch eine dunklere Farbe.

b) Die Körner müssen voll, bauchig, gleichmäßig groß, hart, feinhülsig und schwer sein; — Gerste, wovon das Hektoliter weniger als 60 Kilogramm wiegt, sollte man nicht mehr zum Malzen verwenden.

c) Das Innere des Korns muß locker, weiß und mehlig, nicht glasartig oder speckig aussehn.

d) Die Gerste muß vollkommen trocken sein und darf sich beim Hineingreifen nicht kalt anfühlen. Sie soll wie trockner Sand durch die Finger laufen, was nur eine dünnhülsige Gerste thut.

e) Womöglich soll die Malzgerste von gleichem Alter und von gleichem Boden sein; — junge Gerste keimt rascher als alte, — Gerste mit viel Eiweißstoffen wächst anders als solche mit viel Stärkemehl.

Zu alte Gerste, die schwer oder gar nicht keimt, hat man aber ebenso zu meiden wie zu neue Gerste. Letztere muß mindestens 4 Wochen auf einem luftigen Speicher gelegen haben, damit alle Körner den gleichen Grad der Trockenheit bekommen und deshalb auch alle gleichmäßig keimen. Gerste, die über zwei Jahre alt ist, sollte man nicht mehr zum Malzen nehmen.

f) Die Gerste darf keinen dumpfigen oder schimmeligen Geruch haben, was auf schlechte Aufbewahrung hindeutet und stets eine Störung der Keimkraft zur Folge hat.

g) Sie muß frei sein von fremden Samen, besonders von Wicken.

§. 12.

Die Arten und Spielarten der Gerste zeigen große Unterschiede in den Eigenschaften, welche bei der Wahl für Brauzwecke ins Gewicht fallen. Da aber diese Spielarten Produkte der lokalen Einflüsse sind und unter andern Verhältnissen leicht „ausarten“ werden, so kann eine Aufzählung der Spielarten nur für den Bierbrauer als Landwirth Interesse haben, — vielleicht sucht er zum Anbau der einen oder andern Gersten-Varietät aufzustacheln. Deshalb stehen hier einige Notizen darüber.

Die am meisten verbreitete Gerstenart ist die große zweizeilige (Hordeum distichon), — sie trägt die Samen in einer zweireihigen Aehre und wird als Sommerfrucht gebaut. Aus dieser Gerstensorte hat des Menschen nie rastende Schöpferlust die wichtigsten Spielarten hervorgehen lassen, welche eben so sehr wegen der Ertragsfähigkeit als wegen der Qualität für die Zwecke der Bierbrauerei die Aufmerksamkeit der Landwirthe verdienen. Es sind: die Annatgerste, die Chevaliergerste und die Jerusalemer Gerste.

Bei einer andern ebenwol zweizeiligen Gerstenart zeigt sich die Eigenthümlichkeit, daß stets drei Körner aus einem Punkte entspringen,

wodurch die Aehre als sechszeilig erscheint (Hordeum hexastichon) Sie wird als Winterfrucht gebaut, ist eine viel härtere Pflanze als Gerste und reift schneller, — in den bergigen Gegenden Schottlands (wo man sie meistens big nennt) wird sie deshalb der zweizeiligen beim Anbau vorgezogen.

Die geringste Gerstenart, deren Anbau nur in Länderstrichen stattfindet, wo andere, edlere Gerste nicht mehr gedeiht — ist die gemeine vierzeilige (Hordeum vulgare). In den russischen Ostsee-Provinzen ist sie das einzige Material zur Malzbereitung. Sie hat die dünnsten Hülsen, was die Malzbereitung einigermaßen erschwert.

Wo man aber die Gerste im ungemalzten Zustande anwenden will, da sind die Spielarten der nackten Gerste (Hordeum nudum) ein schätzbares Material, weil ihre Hülse ungemein dünn ist. Dahin gehören: die neue nackte Gerste aus Risso, die peruvianische, die Himalaya u. a. Alle kommen darin überein, daß sie mehr Extrakt liefern als die dickhülsigern Gerstenarten. — Die nackte Gerste bietet auch nicht jene größere Ablagerung von Eiweißstoffen unter der Hülse (s. §. 227) und liefert deshalb (bei der Rohfruchtbrauerei) minder vollmundige Biere als die gewöhnliche Gerste.

Von der Pfauen-Gerste (Hordeum zeocriton) hat man viel Aufhebens gemacht, — wahrscheinlich hat sie mehr durch ihr schönes Aeußere bestochen, als durch den Gehalt ihrer Körner oder ihre Ertragsfähigkeit.

§. 13.

Die Zusammensetzung der Gerstenkörner wird natürlich außerordentlich verschieden sein müssen, je nach der mehr oder weniger dicken Hülse der Sorte, — aber auch je nach der stattgehabten Düngung. Ueber den Einfluß der Hülsen brauche ich wol kein Wort mehr zu verlieren, — der Einfluß der Düngung aber bedarf einer eindringendern Besprechung.

Getreide überhaupt, welches in frischer Düngung mit thierischem Dünger gewachsen ist, besitzt einen größern Gehalt an Eiweißstoffen, als ein nach gut gedüngter Hackfrucht gebautes. Der Stickstoff des thierischen Düngers nistet sich in den Samen ein und etablirt sich als Eiweißstoff (s. III. §. 6). Solche an Eiweißstoffen reichen Körner (mit glasigem Bruch) lassen sich schwer zermahlen, lösen sich schwierig auf, widerstehen selbst beim Kochen länger als ein mehlreiches Korn, und — — deshalb muß man sie meiden

bei der Verwendung als Rohfrucht. Man erhält zwar Treber von hohem Mastwerth, aber ein geringhaltiges Bier. — Aus dem gleichen Gewicht einer mehlreichen (namentlich einer nackten) Gerste dagegen wird man ein viel geistigeres Bier von mehr weinartigem Charakter erzielen.

Analysen von Gerstenkörnern haben deshalb für den Praktiker wenig Werth. Poggiale fand das Gewicht der Hülse durchschnittlich zu 10 Procent, — Andere gaben es bis zu 19 Procent an! Und wie verschieden erst wird die Zusammensetzung des Mehlkörpers sein, je nach Spielart, Bodenbeschaffenheit, Lage und Witterung! Alle diese einwirkenden Mächte sind ja der Beherrschung des Brauers vollständig (und selbst dem Landwirth größtentheils) entzogen. Der Brauer kann nichts thun, als unter der ihm vorliegenden Marktwaare die werthvollste auswählen. Und dazu muß er sich allein durch den für alle Getreide gültigen Grundsatz leiten lassen, daß die bei gleichem Maaße schwerste auch die beste Frucht ist.

Das Fett der Getreide scheint einen bisher nicht beachteten Einfluß auf Geschmack und Geruch des Bieres zu üben. Jedes Getreide hat sein eigenthümliches Fett und es scheint dadurch die Eigenthümlichkeit der verschiedenen Getreidebiere bedingt zu sein. Ist dem so, dann fällt auch die Menge dieses Fettes ins Gewicht, — deshalb notiren wir, daß Gerste nach den Untersuchungen Oudeman's 2.1 Procent Fett enthält.

§. 14.

Unter den holländischen Brauern herrscht eine Ansicht über den Unterschied zwischen Sommer- und Wintergerste, die ich nicht unerwähnt lassen darf. Man sagt nämlich, daß die Wintergerste ein haltbareres Bier liefere als die Sommerfrucht. Ein alter Praktiker, über diese Angabe befragt, erklärte, daß er niemals Sommergerste gebrauche, weil er glaube, daß die Frucht, welche am langsamsten gewachsen ist, auch das dauerhafteste Bier gebe! — Ein andrer Brauer meinte, daß der Glaube an die Vorzüge der Wintergerste vielleicht daher entsprungen sei, weil Sommergerste in Holland weniger angebaut wird und der Brauer aus dieser kleinen nicht so gut die beste Waare wählen kann — Es ist mir bis jetzt nicht gelungen, einen vergleichenden Versuch unter ganz gleichen Verhältnissen zu Wege zu bringen. Hat die obige Behauptung

Grund, so kann man mit Sicherheit annehmen, daß die Wintergerste reicher an Stärkemehl ist, deshalb eine Würze mit größerm Glykose-Gehalt liefert, welch letzterer (unter übrigens gleichen Verhältnissen) den alleinigen Maaßstab für die Dauerhaftigkeit des Bieres abgiebt.

§. 15.

Untersuchungen über die physischen Eigenschaften der in England und Schottland verwendeten Gerstenarten publicirte Dr. Thomson in Glasgow im J. 1806. Sie sind wichtig genug, um sie hier kurz mitzutheilen.

Das specifische Gewicht der gemeinen Gerste ist größer als das der Big; gemeine Gerste hat 1.25 bis 1.333, Big 1.227 bis 1.265.

Das Winchester Bushel gemeine Gerste wog durchschnittlich 50.7 Pfund, — das der Big 46.3 Pfund*). Das schwerste Gewicht des Bushel war bei gemeiner Gerste 52.265 Pfd., bei Big 48.556.

Das Gewicht eines Gerstenkorns beträgt im Durchschnitt von der gemeinen 0.6688 engl. Grains, von der Big 0.5613 Grains.

Die Länge eines Korns beträgt bei der gemeinen Gerste 0.345 Zoll, bei der Big 0.3245 Zoll.

Die Breite eines Korns beträgt bei der gemeinen Gerste 0.145 Zoll, bei der Big 0.136 Zoll.

Die Dicke eines Korns beträgt bei der gemeinen Gerste 0.1125 Zoll, bei der Big 0.1056 Zoll.

Das Korn der gemeinen Gerste ist also nach allen Dimensionen größer als das der Big.

Der kubische Inhalt berechnet sich bei der gemeinen Gerste auf 0.00217 Kubikzoll, bei der Big auf 0.001777 Kubikzoll; der kubische Inhalt der erstern ist also um 1/6 mal größer als der der letztern.

Das Gewicht des Kornes ohne Hülse und Grannen beträgt bei der gemeinen Gerste 0.712, bei der Big 0.5408 Grains; — das Gewicht der Hülse und Grannen von der gemeinen Gerste 0.123, von der Big 0.118.

Aus diesen Mittheilungen ist ersichtlich, daß ein bedeutender Unterschied zwischen verschiedenen Arten der Gerste stattfindet. Ferner findet man noch durch die Vergleichung einiger tausend Körner von jeder Art, daß die Ungleichheit zwischen den Größen der verschiedenen Bigkörner größer ist, als zwischen den Körnern der gemeinen Gerste.

*) Das macht für das Imperial Bushel gemeine Gerste 52 Pfund, Big 47¾ Pfund.

Es ist gewiß interessant, diese Untersuchungen über mehrere Gerstenarten auszudehnen, um auf diese Weise allgemeine Grundsätze über die größere oder geringere Brauchbarkeit einer Gerstenart zum Bierbrauen zu erhalten. Denn man kann ohne Zweifel als Grundsatz aufstellen, daß eine Gerstenart um so tauglicher und besser zum Bierbrauen ist, je größer das Gewicht, der kubische Inhalt der Körner für sich und des Korns im Verhältniß zur Hülse insbesondere, ferner je größer die Gleichheit der Körner unter einander ist.

Seit der Zeit, wo Dr. Thomson als Mitglied einer Kommission jene Feststellungen machte (1806), hat die Landwirthschaft in Großbritannien einen großen Aufschwung genommen. Verbesserte Bodenkultur und Einführung besserer Gerstenvarietäten haben zur Folge gehabt, daß das durchschnittliche Gewicht der besten Gerste der Fruchtmärkte von Haddington und Edingburgh jetzt 54 Pfund per Imperial-Bushel und bei den ausgezeichnetsten Gersten 57 bis 58 Pfd. beträgt (nach den Angaben des Dr. J. Stark in Edinburgh).

§. 16.

Da die Gerste das zur Malzbereitung bevorzugte Getreide ist und bleiben wird, so sind die Faktoren, welche auf den Marktpreis derselben einwirken, derzeit auch die Hauptregulatoren der **Bier**preise, es sind die der Beherrschung des Menschen entzogenen Witterungsverhältnisse.

Bekanntlich ist die Gerste die empfindlichste Feldfrucht und leidet leicht Noth bei ungünstiger Witterung. Das führt dann knappe Ernten und hohe Marktpreise herbei. Was aber das Schlimmste ist, — solche in ungünstigen Jahren gewachsene theure Gerste ist auch obendrein werthloser. Amtliche Erhebungen, welche darüber in Bayern stattfanden, haben ausgewiesen, daß bei günstiger Feldlage die Gerste vom nassen Sommer 1845 pr. Scheffel um 20 Pfund weniger wog, als vom Sommer 1842, — daß aber der Nachtheil der Gerste von 1845 noch nicht in ihrem Mindergewicht, sondern darin liegt, daß sie einen viel geringern Stärkemehlgehalt besitzt, als die des Jahres 1842.

Deuringer läßt sich darüber in seinem lesenswerthen Schriftchen: „Die Bierfrage in Bayern im Jahre 1861 (München, bei Lindauer)" folgendermaßen aus: „Diese Erläuterung ist so zu ver-

stehen, daß z. B. 1 Schäffel*) Gerste von dem ungünstigen Sommer 1845, das etwa 250 Pfund**) wiegt, nicht ebenfalls einen Stärkemehlgehalt von 58 Proc., wie von einem guten Jahre besitzt, sondern einen viel geringern. Nehmen wir diesen Mindergehalt an Stärkemehl zu 4 Proc. an, so würde die Gerste dieses ungünstigen Jahres statt 58 Proc. nur 54 Proc. Stärkemehl-Gehalt haben und das Schäffel à 250 Pfd. würde dessen nur 135 Pfd. enthalten, während das von einem guten Jahre und von demselben Gewicht zu 58 Proc. davon 145 Pfd. hat.

„Allein diese Werthbestimmung wäre noch nicht richtig! denn, wie schon Kaiser sagt, dieselbe Gerste, die in einem günstigen Jahre 250 Pfd. wiegt, wird in einem ungünstigen wenigstens um 20 Pfd. weniger, also nur 230 Pfd. wiegen, und dieses, zu 54 Proc. Stärkemehl-Gehalt, giebt für das ganze Schäffel nur $230 \times 0.54 = 124$ Pfd. Stärkemehl, also um 21 Pfd. davon weniger als im guten Jahre.

„Den Preiswerth hiernach berechnet, ergiebt, — wenn wieder das Schäffel vom guten Jahre zu 10 Fl. angenommen wird, — für das vom schlechten Jahre 8 Fl. 30 Xr.; es ist also das des schlechten Jahres um $1^1/_2$ Fl. weniger werth als das des guten Jahres. — Es muß aber schon hier hervorgehoben werden, daß allen Erfahrungen gemäß gerade in ungünstigen Getreidejahren, wo also gerade der Gehaltswerth am tiefsten steht, der Geldpreis desselben am höchsten ist, und in sehr günstigen Jahren, wo der Gehaltswerth der höchste ist, der Geldpreis am tiefsten steht."

In der That verdient dieser Umstand die ganze Aufmerksamkeit der Behörden in allen den Staaten, wo man geglaubt hat, die Biertaxe polizeilich feststellen zu müssen. Denn dabei ist der Marktpreis bisher einziger Anhaltspunkt gewesen, — die ungeheuer verschiedene Qualität hat man außer Rechnung gelassen. Sobald man auch die letztere gebührend berücksichtigt, werden die Schwankungen der Biertaxe weit größere Dimensionen annehmen, als dem Geldbeutel der Konsumenten für eine so regelmäßig wiederkehrende Ausgabe zuträglich ist. Um so nothwendiger aber erscheint es, daß der Verwendung von Surrogaten, welche auf die Verwohlfeilerung des Bieres abzwecken, keinerlei Hemmschuh seitens der Kontrole-Behörden

*) 1 Schäffel = 2.234 Hektoliter.
**) 250 Pfund = 230 Kilogramm.

angelegt wird, — dahin gehört namentlich die Mitverwendung von Rohfrüchten, deren manche der Witterung besser trotzen als die Gerste und deshalb billiger sind, allein kein gutes Malzmaterial liefern.

Weizen.

§. 17.

Der Weizen schiebt seinen Blattkeim nicht unter der Hülse fort, wie die Gerste. Es werden deshalb auch die Umwandlungen des Mehlkörpers, welche aus dem unmittelbaren Verkehr mit dem Blattkeim entspringen, beim Weizen nicht in dem Umfange auftreten, wie bei der Gerste. In Folge dessen aber wird das Weizenmalz auch nicht jene Stärkemehl umbildende Kraft, die man dem „Diastas" zuschreibt, in dem Maaße besitzen wie die Gerste, — und man kann das Weizenmalz nicht als Stellvertreter des Gerstenmalzes nehmen, um damit einen Theil Rohfrucht zu verarbeiten.

Die Anwendung des Weizens zur Bierfabrikation ist in manchen Gegenden seit langer Zeit heimisch, an anderen Orten hat man sie aufgegeben. Man pflegt den Weizen bei der Verwendung zu malzen und zwar läßt man dabei den Blattkeim stark hervortreten, in der Meinung, daß man nur dadurch ein klares Bier bekomme. Dieser Glaube beruht indessen auf einem Irrthum, — Biere, bei deren Herstellung sogar ungemalzter Weizen verwendet wurde, klären sich ja ohne Schwierigkeit. Dagegen soll nicht geläugnet werden, daß gemalzter Weizen dem Biere einen lieblichern Geschmack ertheilt als die rohe Frucht, — die Ursache dieses Unterschiedes vermag ich nicht anzugeben.

Beim Einkauf des Weizens hat man (wie bei der Gerste) namentlich darauf zu sehen, daß das Korn möglichst mehlreich sei, — Weizen, der beim Durchbeißen glasig oder hornartig erscheint, enthält zuviel Eiweißstoffe und läßt sich schwer verarbeiten (s. §. 13). Im Uebrigen gelten dieselben Regeln, welche bei der Gerste (§. 11) aufgezählt sind.

§. 18.

Die englischen Landwirthe sind es namentlich gewesen, deren Mühen wir auch beim Weizen eine große Menge edlerer Spielarten zu danken haben. Ist der Weizen überhaupt schon ein dünnhülsig Getreide, so bewähren aber namentlich die neuen Spielarten in hohem

Maaße diese Eigenschaft und eignen sich dadurch ganz besonders zur Mitanwendung als Rohfrucht; — beim Malzen dagegen muß man immer mehr Vorsicht anwenden, je dünnhülsiger er ist.

Der gemeine Weizen (Triticum vulgare) hat zwei Hauptarten, Sommer- und Winterweizen. Von ihm hat man denn auch die meisten Spielarten, darunter der Bartweizen, Kolbenweizen, Riesenweizen, Igelweizen u. s. w. Eine andere Art (Triticum turgidum) hat weniger Spielarten aufzuweisen.

Poggiale giebt das Gewicht der Hülsen zu 3.5 Procent vom Gewicht des Kornes an, — Andere sprechen von 12 Procent. Die letztere Angabe scheint sich auf das Gewicht der beim Mahlen hinterbleibenden Kleien, welche immer noch viel Mehl enthalten, zu beziehen, — während Poggiale nur die reine Hülse abschälte.

Der Weizen enthält 1.8 Procent Fett.

§. 19.

Vom ökonomischen Standpunkte aus ist zu erwägen, daß der höhere Marktpreis des Weizens durch eine größere Extraktausbeute ausgeglichen werden muß, wenn man die Anwendung desselben mit Vortheil betreiben will. Man kann nicht sagen, daß Weizen überhaupt so und so viel Procent Extrakt liefere, — die Sorte, die lokalen Verhältnisse u. s. w. ändern die Zahl für die Ausbeute sehr. Es muß deshalb wenigstens für den Weizen einer bestimmten Gegend von Zeit zu Zeit eine chemische Untersuchung vorgenommen werden, wozu im §. 250 Theil I. Anleitung gegeben ist. Dadurch gelangt man dann zur Antwort auf die Frage: was kostet 1 Pfund Würze-Extrakt aus Weizen dargestellt?

Spelz.

§. 20.

Der Spelz (auch Spelt oder Dinkel genannt) ist eine Weizenart (Triticum Spelta), deren Anbau hauptsächlich im südlichen Deutschland und in der Schweiz heimisch ist. Er ist neuerdings sehr angelegentlich als Malzmaterial empfohlen worden, weshalb wir uns denselben genauer betrachten müssen als manch anderes Getreide.

Der Spelz unterscheidet sich vom Weizen wesentlich dadurch, daß er Doppelkörner enthält, die, mit schuppenförmigen Hülsen (Blütenblättern) verwachsen und umgeben, äußerlich als ein einzelnes Korn erscheinen. Diese Umhüllung ist für uns der wichtigste Faktor.

Nach den Untersuchungen Stein's (s. Bierbrauer 1862 S. 27) beläuft sich das Gewicht dieser Hülsen (denn die darin liegenden Körner haben ja noch ihre separate Hülse, wie jedes Weizenkorn!) allein auf 25 Procent. Wir dürfen — ohne uns von der Wahrheit weit zu entfernen — hierzu noch fernere $3^1/_2$ Procent Hülse der 75 Procent Körner rechnen. Dann stellt sich das Verhältniß so, daß auf je 75 Körner insgesammt $27^1/_2$ Hülsen (also $36^2/_3$ Procent) entfallen.

Aus diesen Angaben erhellt zunächst, daß der Dinkel ein vortreffliches Auflockerungsmittel bietet bei Mitverwendung von Rohstoffen, die keine Treber liefern, z. B. Kartoffelstärkemehl, Reismehl ꝛc.

Allein die äußern Hülsen bieten auch noch eine sehr nützliche Decke bei der Malzbereitung. Ein Korrespondent sagt darüber im „Bierbrauer" 1860 S. 153: „Ich will Ihnen die praktischen Vortheile der Spelzmalz-Bereitung nach meiner Erfahrung in Kürze mittheilen. Spelz weicht schneller, wächst gleichförmiger und regelmäßiger als Gerste. Auf der Malztenne läßt er sich durch das größere Volumen, welches er besitzt, leichter vom Boden mit der Schaufel aufnehmen und in regelmäßigere Haufenform bringen. Die vielen Hülsen schützen die zarten Würzelchen vor dem Zertreten wie vor dem Zerstoßen mit der Schaufel; es bildet sich daher im Malz weniger Milchsäure, und Schimmelvegetationen können weder an noch in demselben aufkommen. Die gespreizten Hülsen machen die Malzhaufen lockerer; die sich während des Keimens entwickelnden Gase können besser aus dem Haufen entweichen und es entsteht nie eine so hohe Temperatur in demselben, als unter gleichen Umständen im Gerstenmalzhaufen. Die Wurzeln des Spelzmalzes greifen nicht so leicht in einander; dasselbe schwelkt sich deshalb besser und kann in kürzerer Zeit mit geringerer Lufttemperatur gedarrt werden. Alles das sind Vortheile, die besonders für die Sommermalzbereitung sehr ins Gewicht fallen."

Daneben wird noch bemerkt, daß das mit Zusatz von Spelzmalz gebraute Bier Geschmacks-Eigenthümlichkeiten besitze, welche von den Konsumenten sehr geschätzt werden. Welcher Art diese Vorzüge sind, weiß ich nicht, — ich habe keine eigne Erfahrung darin. Hoffentlich wird man darüber bald Berichte im „Bierbrauer" lesen kön-

nen, — zumal die Mälzerei mit Spelz keine Abweichungen von der gewöhnlichen bietet.

Ob aber ein solches Spelzmalz zu verwenden ist zur Verzuckerung von Rohstoffen, bezweifle ich sehr. Der Blattkeim bringt nicht unter der Hülse vor, wie bei der Gerste, — und damit bekommt auch die Umwandlung der Eiweißstoffe, um sie zur Einleitung der Glykose-Gährung fähig zu machen, einen ziemlich beschränkten Umfang. Der Versuch muß darüber entscheiden, — jedenfalls ein höchst interessanter Versuch, der längst gemacht wäre, wenn die von mir in Anregung gebrachte **Brauschule** nicht so jammervollen Schiffbruch gelitten hätte.

Spelz enthält 2.3 Procent Fett, dessen Eigenthümlichkeit nicht ohne Einfluß auf den Geschmack des Bieres sein wird.

§. 21.

Zur Entscheidung der Frage, ob es bei gewissen Marktpreisen vortheilhaft sei, zum Spelz zu greifen, ist eine etwas umständlichere Untersuchung nothwendig, als bei andern Getreidearten.

Man hat zunächst ein gewisses Gewicht Spelz zu enthülsen (eine leichte mechanische Operation), um zu ermitteln, wieviel Procent Körner und wieviel Procent äußere Hülsen darin stecken.

Die Körner werden dann nach der §. 250 besprochenen Methode geprüft.

Emmer und Einkorn.

§. 22.

Der Emmer (Gerstenspelz, Reißdinkel) ist ebenfalls eine Weizenart (Triticum amyleum), die ihre Doppelkörner gleich dem Dinkel in einem dicken Hülsen-Futteral trägt.

Im südlichen Deutschland u. s. w. ist der Anbau des Emmer seit Jahrhunderten heimisch. Man unterscheidet weißen, rothen und schwarzen Emmer.

Es ist mir nicht bekannt, daß man diese Frucht jemals zur Bierbrauerei verwendet habe, — ohne Zweifel aber bietet sie dieselben Vortheile, welche dem Spelz nachgerühmt werden.

Auch das Einkorn (Triticum monococcum), — die kümmerlichste, aber auch genügsamste aller Weizenarten — verdient die Aufmerksamkeit der Bierbrauer, wo es zu haben ist. Die Körner sind — wie beim Spelz und Emmer — mit einer Hülsenhülle umgeben,

allein in jeder solchen Hülle steckt gewöhnlich nur ein Korn (daher der Name). Die Körner sind auch kleiner als Spelz und Emmer. Die Trebermasse wird durch alles Das noch mehr vermehrt als beim Spelz. Der Brauer muß das Einkorn also zu einem sehr niedrigen Preise kaufen können, wenn er es anwenden will.

Hafer.

§. 23.

An manchen Orten hat man den Hafer längst beim Bierbrauen als Zusatz verwendet, um dem Bier einen bei den Konsumenten sehr beliebten Charakter zu verleihen. Nicht allein, daß das mit Haferzusatz gebraute Bier sehr moussirend ist, — es enthält auch eine eigenthümliche, aber angenehme Schärfe des Geschmacks, deren Ursache noch nicht ergründet ist. Je mehr Hafer beim Brauen zugesetzt wird, um so mehr treten diese Eigenschaften des Bieres in den Vordergrund und der Brauer müßte die Hafermenge dem Geschmack seiner Gäste anpassen. Dabei tritt ihm indessen eine andere Folge des Haferzusatzes entgegen, welche ihm Schranken setzt, — das mit viel Hafer gebraute Bier klärt sich schwierig. Welcher Stoff es ist, der hier den Störenfried spielt, das kann ich dem Leser noch nicht verrathen. Hat man ihn aber erst einmal seiner Natur nach erkannt, so findet die Chemie auch leicht Mittel und Wege, um ihn für die Zwecke der Brauerei abzuhobeln. Dann aber wird der Hafer ein äußerst wichtiges Braumaterial werden.

Inzwischen möge der Leser sich wenigstens die Folgen eines geringen, die Klarheit des Bieres noch nicht beeinträchtigenden Haferzusatzes zu Nutzen machen.

Die Kultur hat auch aus dem gewöhnlichen Rispenhafer (Avena sativa) einige verbesserte Auflagen veranstaltet, von denen namentlich der Berwick- und Hopetownhafer empfohlen werden. Jemehr dadurch die Entwickelung des Korns gesteigert wurde, um so mehr auch trat die Menge der Hülse zurück. Natürlich müssen die Angaben über das Gewicht der Hülsen des Hafers sehr abweichen, je nach der Spielart, den lokalen Einflüssen u. s. w. Poggiale giebt die Hülsenmenge zu 25 Procent an, Andere zu 23 bis 34 Procent; — vom schwarzen englischen Hafer will Dr. Völcker sogar mehr als 71 Procent Hülsen erhalten haben. Da muß sich also der Brauer wieder aufs Untersuchen legen, um den Marktpreis mit dem Gebrauchswerth des Hafers in Einklang zu bringen.

Der Fettgehalt des Hafers ist viel größer als der aller andern Getreide, mit Ausnahme des Mais, — er beträgt 5.4 Procent nach Oudemans.

Mais.

§. 24.

Der Anbau des Mais (Zea mays) bricht sich allmälig in viele Gegenden Bahn, weil der Boden durch den Maisbau weit produktiver gemacht wird als durch irgend eine andere Pflanze. So wird er denn allgemach auch wol ständiger Marktartikel an allen Orten und dadurch den Bierbrauereien überall zugänglich werden.

Der Mais (türkische Weizen, Wälschkorn, Kukuruz) ist einer der vortrefflichsten Rohstoffe für die Bierfabrikation, allein er erheischt gewisse Vorsichtsmaßregeln theils zur Erzielung einer vollständigen Ausnutzung, theils um einer nachtheiligen Veränderung des Maismehles oder Schrotes vorzubeugen. Diese Vorsichtsmaßregeln werden sowol durch die Struktur als durch die Bestandtheile des Korns geboten.

Bei keinem Getreide giebt es eine so ungeheure Menge von Spielarten wie beim Mais. Und wie unendlich verschieden ist das kleine runde Korn des überall reifenden Cinquantino von dem platten Korn des „Pferdezahn" und den dicken, runden Körnern so vieler anderer Spielarten! Diese Unterschiede in der Größe und Form üben auch ihren Einfluß auf die Zusammensetzung des Korns. Erinnern wir uns, daß bei allen Getreiden eine Anhäufung von Eiweißstoffen dicht unter der Schale stattfindet. Je kleiner das Korn ist, um so größer ist die Oberfläche desselben gegenüber dem Inhalt (s. S. 8); — deshalb enthalten auch die kleinern Körner verhältnißmäßig mehr solcher Eiweißstoffe und sind ärmer an Stärkemehl. Die Eiweißstoffe unter der Schale aber sind sehr fest und dicht verwachsen mit der Schale. Um sie durch den Brauproceß aufzuschließen, ist ein sehr feines Zermalmen des Kornes unumgänglich nöthig.

Das Maismehl muß stark ausgetrocknet werden, um es aufbewahren zu können, — ist es feucht, so erhitzt es sich sehr leicht und führt zu Zersetzungen, die es dann für Brauzwecke untauglich machen.

L. Häcker spricht sich in einem Bericht über die Fortschritte der Bierbrauerei in Süddeutschland ebenfalls sehr vortheilhaft aus

über die Anwendung des Mais zum Brauen. Häcker hat dieselbe in Ungarn seit 1854 im Großen ein- und durchgeführt mit Ergebnissen, welche nach Geschmack, Glanz und Haltbarkeit des Bieres vollkommen befriedigen. Ungarn lieferte aber seit 1860 Tausende von Centnern Gerste nach den (nichtösterreichischen) deutschen Ländern und nach England, — erscheint da nicht der Vortheil einleuchtend, welcher den Brauern auch jener Länder durch die Mitverwendung des Mais erwachsen müßte? — Das Gewicht des Mais verhält sich zu dem der Braugerste bei gleichem Maaße wie 8.5 zu 7. Diese 7 Gewichtstheile Gerste geben aber nur 5.6 Gewichtstheile Malz, — es sind also zu vergleichen die Ziffern 8.5 und 5.6.

§. 25.

Der Stärkemehlgehalt, welcher der Maßstab des Werthes für Brauzwecke ist, wird selbstverständlich sehr schwanken müssen. Die (offenbar mit sehr verschiedenen Spielarten vorgenommenen) Untersuchungen von Poggiale, Polson, v. Planta geben ihn in den lufttrockenen Körnern zu 50 bis 64.5 Procent an. Da erübrigt also für den Brauer wiederum nichts Anderes, als sich von der Ausgiebigkeit der ihm angebotenen Waare durch das Experiment zu überzeugen.

Häcker hat zwar die Extraktausbeute aus Mais nicht so groß gefunden, wie anderweit angegeben ist, allein die Ersparniß steht ihm zweifellos fest, wenn Mais von guter Qualität nicht oder nur um 1 bis 2 Zehntel theurer zu beziehen ist, als ein gleiches Maaß braumäßiger Gerste.

Balling erhielt ca. 70 Procent Extrakt, — mir ergab der gewöhnliche Mais ebenfalls etwa 70, — der Canada-Mais (Pferdezahn) aber 74 und das gut gedarrte amerikanische Maismehl mehr als 90 Procent Extrakt. Häcker wird bei seinen Extraktbestimmungen entweder die Maiskörner nicht fein genug gemahlen oder das Mehl nicht gekocht haben.

Sehr bedeutend auch ist der Fettgehalt des Mais, — man findet ihn von 4.4 bis zu 9 Procent angegeben. Auf den Charakter des Bieres ist dieser Fettgehalt nicht ohne Einfluß.

Reis.

§. 26.

Der Reis (Oryza sativa) ist äußerst reich an Stärkemehl und wurde mit großem Erfolge zur Darstellung der feineren Biere angewendet.

Sein Fettgehalt ist unbedeutend und erreicht nicht 1 Procent. Auffallend ist das eigenthümliche liebliche Aroma, welches sich schon beim Anrühren des Reismehls mit kaltem Wasser entwickelt und im Biere erhalten bleibt.

Der Reis, welchen uns der Handel liefert, zeigt keine erheblichen Abweichungen in der Zusammensetzung. Der Brauer ist deshalb im Stande, aus dieser Zusammensetzung, verglichen mit dem Marktpreise des Reis, ein Urtheil über die ökonomische Frage seiner Anwendbarkeit zu fällen. Die Anhaltspunkte dazu entnehmen wir den Analysen Poggiale's, Polson's und Bibra's.

Poggiale fand in 100 Theilen Reis aus Piemont 74.5 Kohlenhydrate außer der Cellulose (Stärkemehl, Dextrin und Zucker), 7.8 Eiweißstoffe und 13.7 Wasser, — Polson in 100 Theilen Patna-Reis 80.4 Kohlenhydrate, 7.2 Eiweißstoffe und 9.8 Wasser. Bibra machte zwei Analysen von Reismehl und fand in 100 Theilen bei a) 77.88 Kohlenhydrate, 7.22 Eiweißstoffe und 14.00 Wasser, — bei b) 77.39 Kohlenhydrate, 7.43 Eiweißstoffe und 14.30 Wasser.

Man ersieht daraus, daß die Feuchtigkeitsmengen bei den verschiedenen Reisproben ziemlich verschieden sind. Bringt man diese Wassergehalte in Abzug und berechnet die Zusammensetzung der wasserfreien Reismasse, so ergiebt solche nach den Analysen von

Poggiale:	86.3	Procent Kohlenhydrate und	9.0	Eiweißstoffe,
Polson:	89.1	= = =	7.9	=
Bibra: a)	90.6	= = =	8.4	=
Bibra: b)	90.3	= = =	8.6	=

Diese Uebersicht ergiebt eine große Gleichheit der Zusammensetzung der trocknen Substanz und führt zu der praktischen Folgerung, daß man bei der vergleichenden Prüfung verschiedener Reissorten auf ihren Gebrauchswerth nur deren Wassergehalt durch einen Trocknungsversuch zu bestimmen hat, wonach die hinterbleibende Trockensubstanz den Werthmesser des Reis abgiebt.

§. 27.

Bei der Verwendung des Reis müssen vor Allem sämmtliche Kohlenhydrate (worunter das Stärkemehl mit fast 90 Procent der Trockensubstanz auftritt) in die Würze übergeführt werden, — daneben gelangt dann auch ein Theil der Eiweißstoffe in Auflösung. Balling giebt an, daß 100 Pfund Reis, wie ihn uns der Handel liefert, beim Einmaischen mit Gerstenmalzschrot 74 Pfund Extrakt

liefere. Nehmen wir von den obigen Analysen die mit dem geringsten Gehalt an Kohlenhydraten, so müßten schon die daraus entspringenden Glykose und Dextrin 77.39 Procent Extrakt liefern. Das geringer bezifferte Resultat Balling's erklärt sich wol durch Anwendung von Infusion beim Maischen, während der Reis (wie alle mehligen Rohstoffe) zuvor Siedhitze zur vollständigen Aufschließung erheischt.

Reis, der auf dem Seetransport beschädigt ist, liefert dem Brauer oft ein billiges Braumaterial. Nothwendig wird dabei aber häufig zur Veredlung des Geschmacks wiederholtes Auswaschen mit kaltem Wasser, wobei ein geringer Verlust an Gummi und Glykose stattfindet. Modergeruch des Reis wird durch Zusatz von Knochenkohle beim Einmaischen vertilgt.

Hirse.

§. 28.

Ob die weltbekannte Hirse (Panicum milliaceum) bereits irgendwo zum Bierbrauen angewendet wurde und welchen Charakter das damit producirte Bier bekommt, ist mir nicht bekannt. Die Zusammensetzung der Hirse ist der Art, daß die Anwendung in manchen Gegenden, wo der Anbau dieser Frucht sehr heimisch ist, jedenfalls lohnend ist, wenn die Qualität des Bieres solche überhaupt rathsam erscheinen läßt.

Bibra fand in 100 Theilen Hirsenmehl 70 Kohlenhydrate, 10 Eiweißstoffe, 9 Fett (!) und 10 Wasser. Darnach müßten mindestens 70 Procent Extrakt erhalten werden. Der bedeutende Fettgehalt wird nicht ohne Einfluß auf das Bier sein.

Roggen,

§. 29.

unser Brotkorn (Secale cereale), soll sich nicht zur Bierfabrikation eignen, weil er eine „dickflüssige, schleimige, sich schwierig klärende Würze" liefert. Ein Versuch, den Balling bezüglich dieses Rohstoffs anstellte, veranlaßt ihn zu folgender Verurtheilung des Roggen (s. Balling's Bierbrauerei II. S. 63):

„Der Roggen zeigt sich zur Biererzeugung minder brauchbar, weil er, selbst mit einem gleichen Gewichte Gerstenmalz eingemaischt, eine nicht ganz klare Würze von schleimiger Beschaffenheit liefert, die

nicht nur sehr langsam von den dicht über einander liegenden klebrigen Trebern abfließt, sondern wovon auch eine große Menge durch dieselben zurückgehalten wird, und die deshalb durch den Nachguß mit heißem Wasser nicht so vollkommen gewonnen werden kann, daß nicht eine größere Menge davon und darin viel Nutzbares in den Trebern zurückbliebe. Die von 100 Pfund Roggenschrot nach gemachtem Nachguß erhaltenen nassen Treber wogen nach Abzug des Gewichtes der nassen Treber von dem hierzu verwendeten Gerstenmalze 268 Pfund, letztere von 100 Pfund nur 133 Pfund. Die nassen Roggentreber sind also doppelt so schwer wie die nassen Malztreber und halten deshalb mehr als doppelt soviel Nachwürze zurück als das Gerstenmalz, welche der Benützung zu Bier entgeht. Die zuletzt abgeflossene Würze hatte noch 6 Procent Extraktgehalt. Schon aus diesem Grunde ist eine Anwendung des Roggens zur Biererzeugung nicht vortheilhaft; aber das Malzroggenbier ist auch trübe und hat einen fremdartigen, säuerlichen, dem sauren Schwarzbrot ähnlichen, nicht angenehmen Geschmack."

Von anderer Seite dagegen wird im „Bierbrauer" (1862 S. 119) berichtet: „Ich habe einen alten praktischen Gewährsmann, der nach seinen Versuchen den Roggen beim Bierbrauen dem Weizen gleichstellt, was bei den Preis-Differenzen beider Produkte in Gegenden, wo Weizen im Biere verlangt wird, von erheblichem Nutzen wäre."

Diese Widersprüche zwischen den Erfahrungen Balling's und des alten Praktikers können vielleicht in der besondern Qualität des Roggens als Folge der Düngung ihren Grund haben, — man weiß ja, daß auch die Gerste, welche durch vorherrschende Eiweißstoffe einen glasigen Bruch hat, trübes Bier liefert, wenn man nicht die beim Beginn der Gährung emporgehobene schleimige Decke (Glutin) abnimmt.

Neue Versuche sind also wünschenswerth.

Buchweizen.

§. 30.

Diese auf den magersten Sandfeldern gedeihende Frucht (auch Heidekorn genannt) gehört bekanntlich nicht zu den eigentlichen Getreiden (Gräsern), sondern trägt Samen mit zwei Lappen (I. §. 226), — sie zählt zu dem Pflanzengeschlecht Knöterich (Polygonum).

Buchweizenkörner enthalten nach Knobloch's Untersuchungen in 100 Theilen 52 Stärkemehl (Dextrin u. s. w.), 8½ Eiweißstoffe und 14 Wasser.

Bibra untersuchte Gries aus Buchweizen und fand durchschnittlich 79 Procent Stärkemehl, 3 Procent Gummi, 1 Procent Zucker, 1 Procent Fett und 6 Procent Eiweißstoffe; der Wassergehalt war 13 Procent.

Demnach würde der Buchweizen in den Gegenden, welche sich seinem Anbau widmen, den Brauzwecken (als Rohfrucht) dienen können, wenn nicht sonstige Hindernisse entgegenstehen. In Belgien wird der Buchweizen (nach Mulder's Angabe) zur Bierbrauerei benutzt. Eigne Erfahrungen über die Qualität der damit erzeugten Biere stehen mir nicht zur Seite. Ich kann deshalb nur auf einen Bericht im „Bierbrauer" (1862 S. 175) verweisen, er lautet: „Mit diesem Material habe ich zwei Brauversuche gemacht. Die Maische und Würze waren sehr schleimig. Diese schleimige Beschaffenheit deutet auf viel Eiweißstoff (Pflanzeneiweiß), denn beim Kochen der Würze entstand ein bedeutendes Gerinnsel und die Würze verlor die schleimige Beschaffenheit. Das Bier aber war nach der Gährung trübe und blieb auch so, trotz der Anwendung von Klärungsmitteln, — auch der Geschmack desselben war gerade nicht sehr angenehm."

Diese Biographie scheint annehmen zu lassen, daß der Buchweizen eine Portion Pflanzenschleim (I. §. 138) enthält, der in Wasser wohl aufquillt, aber sich nicht auflöst, — solch trübe Flüssigkeit geht dann mit durch den Läuterboden, klärt sich nicht auf dem Kühlschiff und gelangt schließlich ins Bier, wo der Pflanzenschleim schwebend bleibt und ihm einen widrigen Geschmack ertheilt, — das Getränk fällt voll auf die Zunge, aber es steckt kein aufgelöster Stoff dahinter und der Schleim überfirnißt Zunge und Schlingwerkzeuge. — Beim Beginn der Gährung aber kann man den Pflanzenschleim leicht entfernen, wo er (ebenso wie das unveränderte Glutin im vorigen §.) an die Oberfläche getrieben wird und sauber abgenommen werden muß. Bei Anwendung des Buchweizens vergesse man also diese Vorsichtsmaßregel nicht und berichte darüber an den „Bierbrauer", ob's geholfen hat.

Kartoffeln.

§. 31.

Kartoffeln sind die zu Knollen ausgewachsenen unterirdischen Knospen der Kartoffelpflanze (Solanum tuberosum). Bekanntlich bergen diese Knollen eine große Menge Stärkemehl.

Vom Standpunkt der Volkswirthschaft aus kann man — im Hinblick der Verwendung der Feldfrüchte zu gegohrenen Getränken — fragen, wieviel Pfund Stärkemehl wachsen auf einer gewissen Fläche Ackerland, wenn sie mit der einen oder andern Frucht bestellt ist? Es ist festgestellt, daß aus der Ernte einer gewissen Feldoberfläche, die mit Kartoffeln bestellt ist, mehr als doppelt soviel Bier producirt werden kann, als aus der darauf gewachsenen Gerste. Die Mitverwendung der Kartoffel zur Brauerei führt also zu einer Ersparung an Ackerland, welches der Kultur von Brotfrucht gewidmet ist. Und da die Bevölkerung der Erde im steten Anschwellen begriffen ist, die Mutter Erde aber ihre alte Größe beibehält, so ist eine Ersparung von Oberfläche immerhin ein großer Segen, weil sie der Vertheuerung der Brotfrüchte entgegenwirkt.

Die Mitverwendung von Kartoffelstärkemehl beim Einmaischen hat aber auch überall zu den herrlichsten Resultaten geführt, — nur darf man den Konsumenten diesen Zusatz nicht verrathen, denn denen klingt der Gegensatz zwischen Kartoffelbier und Malzbier ebenso unangenehm in die Ohren, wie der Unterschied zwischen Kartoffelschnaps und Kornschnaps.

Die Inhaltsverzeichnisse der Jahrgänge des „Bierbrauer" verweisen mehrfach auf Berichte über Kartoffelbierbrauerei. Daß die Kartoffelbiere wegen der mangelnden Eiweißstoffe weniger vollmundig sein müssen als die Malzbiere, liegt auf der Hand; — mit dem gesteigerten Zusatz an Stärkemehl bekommt das Bier einen immer mehr weinartigen Charakter. Um diesen Bieren wieder zu einer angemessenen Vollmundigkeit zu verhelfen, mußte ich im Jahre 1859 ein Brauverfahren zur Beherrschung der Vollmundigkeit erfinden.

Am einfachsten bleibt es immer, die im Handel vorkommende Kartoffelstärke zu benützen. 100 Pfd. solcher lufttrocknen Kartoffelstärke enthalten durchschnittlich 18 Pfd. Wasser, also 82 Pfd. trocknes Stärkemehl. Das trockne Stärkemehl liefert beim Einmaischen ein gleiches Gewicht Extrakt. Man kann also annehmen,

daß 100 Pfund der Kartoffelstärke des Handels etwa 82 Pfund Extrakt liefern. Giebt nun das Gerstendarrmalz 55 Procent gewinnbaren Extrakt in die Würze, so würden 100 Pfund Kartoffelstärke etwa 150 Pfund Malz ersetzen, wornach man sich seine Berechnung machen kann. Es versteht sich von selbst, daß man bei der vergleichenden Werthbestimmung verschiedener Kartoffelstärkesorten am einfachsten ihren Gehalt an trockner Masse bestimmt. Fremde Beimengungen (Schwerspath!) setzen sich zu Boden, wenn man die Stärke zu Kleister kocht und durch etwas Schwefelsäure flüssig macht.

§. 32.

Kartoffeln in Substanz anzuwenden (wie in den Branntweinbrennereien) ist unthunlich. Die Kartoffel enthält 70 bis 80 Procent Wasser, welches als Bodenfeuchtigkeit — beladen mit den löslichen Salzen des Bodens — aufgenommen wurde. Die Kartoffel giebt bis zu 5 Procent Aschenbestandtheile auf höchstens 20 Procent Stärkemehl, — es entfallen also auf 100 Stärkemehl 25 Aschenbestandtheile. Gerste enthielt nach Stein 2.4 Asche auf 54 Stärkemehl, also auf 100 Stärkemehl nur 4.4 Aschenbestandtheile. Die Kartoffel bringt also mehr als das $5^1/_2$fache von Salzen in die Würze. Dazu kommt aber noch, daß im Kartoffelsaft ein sogenannter Extraktivstoff von abscheulichem Geschmack enthalten ist, — eine Substanz, die sich rasch mit Sauerstoff verbindet, wobei sie braun wird und auf den Gährungsverlauf den störendsten Einfluß übt. Es erklärt sich daraus, daß alle Versuche, die Kartoffel mit dem Saft zur Bierbrauerei zu verwenden, zu einem miserabeln Resultat führen mußten.

§. 33.

Mit der Beseitigung des Saftes aber ist man vollkommen Herr der Situation. Man braucht nur die Kartoffeln zu waschen und in Scheiben zu schneiden oder zu zerreiben, — und dann so lange durch erneuerte Wasserportionen auszuwaschen, bis ein Pröbchen der Kartoffelsubstanz nicht mehr bräunlich wird. Der Saft mit seiner gefährlichen Kameradschaft ist nun entfernt und man kann den ausgepreßten Rückstand trocknen und in zermahlenem Zustande aufbewahren. Für die Zwecke der Bierbrauerei wäre ein solches „Kartoffelmehl" sehr wünschenswerth, weil es gleichzeitig die Trebermenge vermehrt und Pachtbrauern, welche die Treber abgeben müssen, die Einführung der Kartoffelbrauerei erleichtert. Dann aber auch wird die Ausscheidung der Kartoffelstärke zu einem ganz

erheblichen Verluste, weil die Kartoffelfasern ziemlich viel Stärkemehl zurückhalten. Dieses in den Fasern enthaltene Stärkemehl ist deshalb ein Verlust, weil die rückständige Kartoffelfaser ein schlechtes Viehfutter abgiebt, welches leicht Durchfälle hervorruft und dabei das Stärkemehl unverkürzt wieder ausführt. Es ist drum nothwendig, daß wir uns den hierdurch erwachsenden Stärkemehl-Verlust genauer ansehn.

Anthon fand in einer Kartoffel 24.3 Procent Trockensubstanz, welche sich durch Zerreiben und Auswaschen zerlegen ließ in

wasserfreies Stärkemehl	13.08	Procent,
stärkemehlhaltige Faser (wasserfreie) .	8.00	"
in Wasser lösliche Stoffe (Saftbestandtheile)	3.22	"
	24.30	Procent.

Diese „stärkemehlhaltige Faser" wurde nun durch Einmaischen mit Malz behandelt, woraus sich ergab, daß das den Fasern anhängende Stärkemehl — wenn auch langsam, so doch vollständig — aufgelöst wurde. 100 Theile wasserfreie Fasern zerfielen dadurch in

Stärkemehl 83 bis 84 Theile,
reine Faser 17 bis 16 Theile.

Berechnen wir hiernach die eigentliche Zusammensetzung der Kartoffel. Die 8 Procent stärkemehlhaltiger Faser, welche oben gefunden waren, bestehen (wenn man den Stärkemehlgehalt derselben zu 83.5 % annimmt) aus 6.68 Stärkemehl und 1.32 reiner Faser. Folglich enthielt die Kartoffel

Stärkemehl (durch Reiben und Auswaschen	13.08	} 19.76
Stärkemehl (in der Faser)	6.68	

Da nun von den 19.76 Procent Stärkemehl durch das bloße Reiben und Auswaschen nur 13.08 % gewonnen werden, so gehen 6.68 d. i. etwa der dritte Theil, verloren.

Da nun aber das in den Fasern enthaltene Stärkemehl durch Einmaischen mit Malz ebenfalls gelöst werden kann, so wird dieser — den Preis des schließlich resultirenden Bieres beschwerende — Verlust vermieden bei Anwendung von **Kartoffelmehl.**

Roßkastanienstärke.

§. 34.

Daß man das Stärkemehl einer jeden Pflanze zur Würzebildung gebrauchen kann, versteht sich am Rande, — es kommt nur darauf an, ob es billig genug zu haben ist. In der Nähe von Paris

wird aus den Roßkastanien vollkommen reines und sehr weißes Stärkemehl fabricirt. Ob es bereits zur Bierfabrikation verwendet wurde, weiß ich nicht. Ist es billig genug, so steht ja der Anwendung nichts entgegen.

Dritter Abschnitt.

Zuckerarten und zuckerhaltige Rohstoffe.

Kartoffelzucker.

§. 35.

Wird Kartoffelstärke mit Wasser, dem etwas Schwefelsäure zugesetzt war, gekocht, so verwandelt sie sich nach und nach in Glykose. Die Schwefelsäure wird durch Zusatz von Kreide zu schwefelsaurem Kalk gemacht, der ziemlich unlöslich ist, — man filtrirt und dampft die klare Glykoselösung ein, entweder zur Syrupkonsistenz oder soweit, daß sie beim Erkalten zu einer festen, seifenartigen Masse erstarrt.

Dieser Kartoffelzucker enthält nun große Mengen Wasser, die den Gehalt an fester Masse beeinträchtigen. Die Wassermengen sind sehr verschieden, sie schwanken zwischen 15 und 30 Procent; es ist deshalb nöthig, den Kartoffelzucker (auch „Traubenzucker" genannt) vor der Anwendung auf seinen Gehalt an fester Masse zu untersuchen, wozu ich im I. Thl. §. 269 Anleitung gegeben habe. — Dort ist auch erwähnt, daß nicht immer alle feste Masse Glykose ist. Man muß also auch in dieser Richtung den Zucker untersuchen, wenn man sich nicht der Gefahr aussetzen will, trotz allen Zuckeraufwandes ein gehaltloses Bier, das weder Geist noch substantiösen Charakter hat, zu produciren. Die Anwendung des Kartoffelzuckers darf nicht über gewisse Grenzen hinausgehen, wenn nicht die Qualität der Hefe in Gefahr gerathen soll, denn es kann an Eiweißstoffen zur Hefenbildung fehlen.

Deutschland ist reich an Kartoffelzuckerfabriken, ich erwähne davon: Tob. Deiß in Offstein bei Worms, Remy und Wahl in Neuwied, A. Rammelberg zu Wolmirstädt bei Magdeburg.

Kolonial-Syrup.

§. 36.

Der Syrup, welcher uns aus den Kolonien, die mit der Verarbeitung des Zuckerrohrs beschäftigt sind, zugeführt wird, ist in vielen Gegenden ein äußerst wichtiges Material für die Bierbrauereien geworden. Gegen die Anwendung desselben hat sich das Vorurtheil erhoben und Gründe vorgebracht, welche nicht stichhaltig sind, — wir müssen uns dieselbe genauer betrachten.

Man hat gesagt, daß der Geschmack solcher mit Syrupzusatz gebrauten Biere nicht gleichkomme dem der reinen Malzbiere. Dagegen kann nicht gestritten werden, — der Rohrzucker wird bekanntlich erst zu Glykose, ehedenn er in Gährung zu bringen ist, und dabei entsteht immer eine bestimmte Milchsäure (I. §. 134). Daß diese Milchsäure auf den Geschmack Einfluß übt, ist richtig, — aber wie, wenn nun der Konsument diese Geschmacksrichtung liebt? — Freilich — wenn der Kolonialsyrup mit Runkelrübensyrup vermischt und mit dessen abscheulichem Geschmack und Geruch behaftet war, dann wird sich jeder Biertrinker eine solche Brühe verbitten. Will der Brauer einen reinen, wohlschmeckenden Kolonialsyrup beziehen, so thut er am besten, sich nach Holland zu wenden.

Man hat ferner gesagt, die mit solchem Syrup gebrauten Biere seien nicht haltbar und die Hefe werde von Gebräu zu Gebräu schlechter. Zur Prüfung dieser Einwürfe habe ich eine Reihe von Versuchen gemacht und dabei die tiefer einschneidende Untergährung benutzt, weil dabei die Vergährung am vollständigsten ist und somit die Haltbarkeit am meisten bedroht ist. Es zeigte sich, daß solche mit Syrup bis zur Hälfte der Extraktmenge versetzte Biere sehr haltbar und von gutem Geschmack waren, und daß sich eine Menge neuer Hefe von bester Beschaffenheit gebildet hatte, weil der Syrup eine ausreichende Menge gebräunter Eiweißstoffe enthält (was man leicht durch Gerbsäure nachweisen kann).

§. 37.

Die Klagen, welche da und dort über die geringe Haltbarkeit der Syrupbiere erhoben wurden, wurzeln in folgendem Umstande. In dem Kolonialsyrup findet sich die ganze Fülle der im Safte des Zuckerrohrs enthaltenen Salze concentrirt. Diese Salze nun machen das Wasser ebenfalls schwerer bei der Auflösung. Wenn man

nun die Saccharometerprocente einer Syrupauflösung als Extraktprocente in Rechnung bringt, so begeht man einen großen Fehler, weil man die Salze des Syrups als Zucker betrachtet. Eine solche saccharometrisch normirte Bierwürze mit Syrupzusatz enthält also stets weniger Zucker als die damit verglichene reine Bierwürze, — deshalb sind die Biere weniger haltbar. Dazu kommt noch, daß ein Theil des Zuckers zu Milchsäure wird, also für die Gährung verloren geht.

Wieviel der Salzgehalt beträgt, das müßte durch Verbrennungsversuche ermittelt werden. Und wieviel Zucker als Milchsäure beseitigt wird, das ist noch eine offene Frage. Bei dem reinsten Kolonialsyrup aber kann man immerhin auf je 100 Zucker 4 Salze rechnen, und außerdem wird wahrscheinlich $^1/_{20}$ des Zuckers in Milchsäure verwandelt, so daß für je 10 Saccharometerprocente nur 9 % Zucker in Rechnung zu bringen sind.

Mancher Syrup enthält aber viel mehr Salze. Im Jahre 1855 wurden auf Anregung des polytechnischen Vereins in München und im Auftrage des dortigen Handelsministeriums Versuche mit theilweisen Syrupszusätzen angestellt. Aus den veröffentlichten Resultaten der Versuche (wobei auch der Aschengehalt des Extraktes bestimmt wurde) läßt sich herausrechnen, daß der Kolonialsyrup eine erstaunliche Menge Salze (mehr als 20 Procent!) enthalten haben muß und vermuthlich mit sehr viel Rübensyrup versetzt war.

Inulin-Syrup.

§. 38.

Seit ein paar Jahren wird viel Rühmens gemacht von dem Sirop de sucre d'Inuline, welchen M. A. Laurent in Brüssel (rue de la Bienfaisance 7) und in Paris (rue de Cinq-Moulins 10) fabricirt. Ich habe bis jetzt keine Gelegenheit gehabt, mich von den Vorzügen dieses neuen Materials zu überzeugen. Die Lobeserhebungen aber, welche der bekannte Biertechniker Chatelain dem Inulinsyrup spendet, haben mich etwas stutzig gemacht, weil er dem Kortoffelzucker schädliche Eigenschaften nachsagt, die er nicht besitzt. So z. B. soll er Solanin enthalten, — eine angeblich giftige Substanz, die sich in den Schalen der Kartoffeln in sehr geringer Menge und in den Keimen etwas reichlicher findet. Dieses Gift, dem jeder Weg abgeschnitten ist, um in die Kartoffelstärke zu gelangen, soll sich nun

im Kartoffelzucker wiederfinden und ihm einen scharfen, widerwärtigen Geschmack ertheilen! Chatelain will nur ein einziges Etablissement kennen gelernt haben, dem es gelungen, dieses Solanin aus dem Zucker zu entfernen, aber auch dieser engelreine Kartoffelzucker liefert ein schlechtes Bier, weil er keine Eiweißstoffe enthält. Der Inulinsyrup aber enthält Eiweißstoffe. Wenn das „des Pudels Kern" ist, so wissen wir, wie man helfen kann, wenn man auch blos auf den Kartoffelzucker angewiesen ist.

Die oben bezeichnete Firma liefert den Inulinsyrup in zwei Qualitäten, — premier jet zu 55 Frcs., deuxième jet zu 50 Frcs. die 100 Kilogramm. Zu Versuchen kann man Fässer mit etwa 100 Kilogramm beziehen, der gewöhnliche Versandt geschieht in Fässern von 300 Kilogramm.

Johannisbrot.

§. 39.

Die unter dem Namen „Johannisbrot" bekannte und auch „Lokust" genannte Schote enthält ziemlich viel Glykose, weshalb sie denn auch in England häufig als Zusatz zum Biere verwendet wird, wenn der Marktpreis es gestattet. Um über die Anwendbarkeit dieses Materials aburtheilen zu können, muß man den Extraktgehalt derselben bestimmen, also die zerkleinerte Schote mit Wasser auskochen, filtriren und eindampfen.

Leider ist das Johannisbrot beim Trocknen oder auf dem Lager oft so vernachlässigt, daß sich eine reichliche Menge Buttersäure darin (auf Kosten der Glykose) gebildet hat (I. §. 202). Der dadurch vorherrschende Geruch kann nur durch anhaltendes Kochen der Würze beseitigt werden.

Honig.

§. 40.

Der Honig ist seit uralten Zeiten zur Brauerei angewendet worden. Das „Honigbier (Meth)" zählt aber eigentlich zu den Weinen, weil ihm die gebräunten Eiweißstoffe gänzlich fehlen.

Es ist mir nicht bekannt geworden, ob irgend eine Brauerei kleine Mengen als Zusatz verwendet hat, um dem Biere dadurch besondere liebenswürdige Eigenschaften aufzuprägen. Versuchenswerth ist's jedenfalls.

Der Honig besteht aus zwei Zuckerarten. Die eine derselben ist fest und bildet die körnige Ausscheidung im Honig, — sie ist reiner Krümelzucker und wenig süß. Die andere ist stets flüssig

und viel süßer als der feste, — es ist Schleimzucker (I. §. 132). Ob die Vergährung des letztern nicht einige fremde Alkohole (I. §. 160) in das Bier liefert und ihm dadurch ein apartes Bouquet ertheilt, habe ich noch nicht versucht, — es verdient aber versucht zu werden.

Getreidestein

§. 41.

oder Zelithoid nannte der Oekonomie-Direktor Rietsch in Böhmisch-Rudoletz ein von ihm dargestelltes gehopftes und bis zur Trockne eingedampftes Malzextrakt. Um daraus Bier darzustellen, muß es wieder in Wasser aufgelöst und zur Würze gemacht werden. Unter gewöhnlichen Verhältnissen würde man — da man die Heiligen nicht um die Kirche zu tragen pflegt — von diesem Extrakt keinen Gebrauch machen können. Rietsch hat indessen auch einen andern Zweck, den er sich als das Wesen seiner Erfindung privilegiren ließ, im Auge, — er will ein leicht transportables Extrakt herstellen, um dadurch an jedem Orte, ohne Brauversonal, Brauwerkstätte und Braugeräthe die Erzeugung eines guten Bieres und zwar auf kaltem Wege zu ermöglichen. Der Getreidestein ist also eigentlich kein Material für Bierbrauer — er soll nur einem lokalen Bedürfniß abhelfen überall, wo man keine Brauereien herstellen kann. Es liegt auch auf der Hand, daß das damit fabrizirte Bier theurer zu stehen kommt, als solches aus den gewöhnlichen Braumaterialien.

Der Getreidestein ist leichter als Wasser (schwimmt darauf), — er ist so spröde, daß man ihn durch Zerklopfen leicht in gröbliches Pulver verwandeln kann, welches sich in Wasser leicht löst. Es werden verschiedene Sorten Getreidestein fabricirt, die — je nachdem man ein mehr blondes oder braunes Bier machen will — auch eine mehr gelbe oder braune Farbe besitzen.

100 Kilogramm Getreidestein liefern etwa 708 Liter einer Würze von 12 Saccharometerprocenten. Hieraus erhellt, daß der Getreidestein aus etwa 11 Procent Feuchtigkeit und 89 Procent fester Masse besteht. Denn 708 Liter wiegen (da, nach der Tabelle S. 26, die 12procentige Würze ein specifisches Gewicht von 1.048 besitzt) $708 \times 1.048 = 742$ Kilogramm und, da 100 Kilogramm derselben 12 Kilogramm Extrakt enthalten, so haben wir in der obigen Auflösung von 100 Kilogramm Getreidestein $100 : 12 = 742 : x = 89$ Kilogramm Extrakt.

Vierter Abschnitt

H o p f e n.

§. 42.

In der Pflanzenfamilie der Urticeen (nesselartige Pflanzen) finden wir den H o p f e n (Humulus lupulus), der mit dem ebendahin gehörigen Hanf darin übereinkommt, daß sich die männlichen und weiblichen Blüten g e t r e n n t auf verschiedenen Pflanzen befinden. Sie haben ferner das mit einander gemein, daß sie narkotische (betäubende) Substanzen enthalten. Beim Hopfen ist das H o p f e n h a r z (I. §. 169) diese narkotische Substanz, — die Hanfpflanze enthält einen (wie es scheint, ebenfalls harzigen) narkotischen Körper, wegen dessen die Orientalen den Hanf zur Bereitung eines berauschenden Getränkes (des sogenannten H a s c h i s c h) benutzen.

Diese narkotische Eigenschaft des Hopfenharzes ertheilt dem Biere die Eigenschaft, zunächst eine wohlthätige Abspannung im Körper hervorzurufen (weshalb man auch einen Weinrausch durch ein Glas gut gehopftes Bier abzuschwächen vermag), — in größeren Portionen ruft es Eingenommenheit des Kopfes hervor und macht unfähig zum Denken. Was d i e s e Seite des Hopfens anlangt, so unterliegt es keinem Zweifel, daß man einen Theil des Hopfens durch Hanf (nach R. Wagner's Vorschlage) ersetzen kann.

Allein der Brauer sollte eben wegen dieser narkotischen Eigenschaft des Hopfens mit der Anwendung desselben Maaß und Ziel halten, — es ist eine Thatsache, daß Biertrinker, welche an s c h w a c h gehopfte Biere gewöhnt sind, sich durch den Genuß s t a r k gehopfter Biere stets belästigt finden.

Das Hopfenharz hat noch eine andere medicinische Eigenschaft, — es wirkt harntreibend und in größern Mengen ruft es Harnzwang (heftigen Schmerz beim Urinlassen) hervor. Bekanntlich findet sich das Hopfenharz in der Würze und im Biere durch Glykose gelöst und wird mit der Zersetzung derselben bei der Gährung ausgeschieden, wobei es sich erst zuletzt zu Boden setzt. In Folge dessen enthält ein j u n g e s Bier stets m e h r H o p f e n h a r z als ein ä l t e r e s und daher dann oft die Klagen der Biertrinker, daß ihnen das Jungbier Harnbeschwerden verursache.

Kein Wunder, daß — als sich der Gebrauch des Hopfens von Flandern aus nach England verbreitete — die Anwendung desselben 1509 (unter König Heinrich VIII.) durch ein Gesetz untersagt wurde.

§. 43.

Die übrigen Bestandtheile des Hopfens sind bereits früher erwähnt worden, — es sind noch Gerbsäure (I. §§. 175 und 252) und Hopfenöl (I. §. 167). Die Mengen der Hopfenbestandtheile scheinen sehr zu schwanken, wenigstens zeigen sich große Abweichungen in den Analysen.

Ich setze einige Untersuchungen *Rautert's* hierher, — es sind die einzig zuverlässigen, welche wir haben. Er fand im *Ellinger Stadthopfen*

Wasser	14.50	Procent,
Hopfenöl	0.50	=
Hopfenharz	15.90	=
Gerbsäure	3.02	=
Gummi	11.10	=
färbende extraktive Materien	6.40	=
in Wasser lösliche Salze	0.25	=
Holzfaser (Cellulose) und in Wasser und Alkohol unlösliche Stoffe	48.33	=

Ueber andere Hopfensorten giebt uns *Rautert* freilich keine so umfassenden Untersuchungen, wie die vorigen, — sie füllen aber eine sehr fühlbare Lücke aus.

Den *Wassergehalt* fand er

im 1857er Spalter Stadthopfen (im August 1858) zu 12.8 Procent und
im 1858er Wernfelser Siegelhopfen (im Novbr. 1858) zu 13.2 Procent.

Der Gehalt verschiedener Hopfensorten an in *Wasser* und *Alkohol löslichen Bestandtheilen* stellte sich heraus bei

1857er Spalter Stadthopfen Nr. 1	mit 26.6	Procent,
1857er Spalter Stadthopfen (andere Sorten)	= 27.7	=
1857er Spalter Stadthopfen (andere Sorten)	= 22.9	=
1858er Wernfelser Siegelhopfen Nr. 2	= 35.6	=
1858er Ellinger Siegelhopfen	= 36.7	=
1857er englische Hopfensorten und zwar		
beste Kent, Preis 70 s.	mit 22.7	Procent,
sehr feine Kent, Preis 56 s.	= 22.7	=
feine Kent, Preis 52 s.	= 23.3	=
kräftige Kent, Preis 45 s.	= 25.3	=
feine Sussex, Preis 46 s.	= 18.0	=
kräftige Sussex, Preis 40 s.	= 22.9	=

§. 44.

Diese Hopfenbestandtheile nun sind in den Hopfendolden sehr ungleichmäßig vertheilt. Diese (die weiblichen Blüten enthaltenden) Dolden sind aus schuppenförmig über einander gelagerten Blättchen zusammengesetzt, die an ihrem untern Theile mit kleinen gelben, glänzenden Bläschen besetzt sind, — diese fallen leicht aus und sind unter dem Namen „Hopfenmehl" bekannt. Früher hat man dieses Hopfenmehl für den Theil des Hopfens gehalten, der allein den Werth des Hopfens bedinge, man nannte ihn „Lupulin". Andere haben denselben Namen der im Hopfen enthaltenen bittern Substanz beigelegt. Lassen wir diesen Wirrwarr bei Seite liegen und kümmern wir uns nur um die Vertheilung der Hopfenbestandtheile in der ganzen Dolde.

Das Hopfenmehl ist dadurch charakterisirt, daß es der Träger des Hopfenöls ist, durch dessen Gegenwart die Ausziehung des Hopfenharzes außerordentlich erleichtert wird. Daneben enthalten die Bläschen des Hopfenmehls auch eine Menge Hopfenharz, welches in dem Oel aufgelöst ist und dem Hopfenmehl jene klebrige Beschaffenheit ertheilt. Die Schuppen der Hopfendolde bieten hauptsächlich der Gerbsäure, dem Extraktivstoff, den Salzen einen Sitz und enthalten ebenfalls Hopfenharz, aber kein Oel.

Das Hopfenöl, welches in den Bläschen des Hopfenmehls mit dem Harze eine Auflösung (einen sogenannten Balsam) bildet, ist aber flüchtig, dunstet allmälig ab, wodurch der Inhalt des Bläschens nicht mehr ausgefüllt wird. Das Bläschen wird dann runzlich, während es bei frischem Hopfen glänzend glatt ist; — auch die Farbe des Mehls zieht beim Altern des Hopfens immermehr aus dem Kanariengelben ins Bräunliche herüber.

Auf diesen Thatsachen fußend kann man durch eine Untersuchung des Hopfenmehls mit der Lupe sich ein gutes Urtheil über das Alter des Hopfens bilden.

§. 45.

Mit der Einführung des Hopfens in die Brauereien begann natürlich die bessere Kultur desselben ihren Einfluß auf seine Qualität geltend zu machen. Die Einträglichkeit des Hopfenbaues hat viele Landwirthe zu demselben verlockt und manche Gegenden sind zu großer Berühmtheit gelangt durch ihren Hopfenbau. Die Hopfenpflanze läßt sich auch ungemein durch lokale Einflüsse verändern, wovon man sich in den verschiedenen Lagen eines Hopfengartens über-

zeugen kann. Die Spielarten, welche durch den Hopfenbau entstanden sind: der grüne und der rothe Hopfen. Beim grünen Hopfen (man unterscheidet noch weißgrünen und dunkelgrünen) sind die Dolden (mit Körnern) grün und tragen wenig Hopfenmehl; — der Gerbsäuregehalt ist bedeutend, Hopfenöl ist nur in geringer Menge da und es besitzt einen durchaus nicht angenehmen Geruch. Hierher gehören der pommer'sche und amerikanische Hopfen. Einzeln findet sich solch grüner Hopfen in fast allen bessern Hopfengärten.

Der rothe Hopfen trägt Dolden mit einem röthlichen Anflug zur Zeit der Reife. Es giebt auch hiervon noch zwei Abarten. Die eine mit Körnern ist reich an Gerbsäure, giebt aber dem Biere einen widerlich bittern Geschmack, weil auch ein kratzig schmeckender „Extraktivstoff" massenhaft vorhanden ist. Der rothe Hopfen ohne Körner dagegen ist der feinste und reich an Hopfenmehl.

Diese letztere Hopfensorte nun unterscheidet man noch in schweren oder solchen mit dicken Stielen, Blättern und Rippen, und feinen von zartem Bau der Dolde.

§. 46.

Man rühmt dem schweren rothen Hopfen nach (es gehört namentlich der Spalter dahin), daß er eine frühzeitigere Klärung des damit gebrauten Bieres bewirke, als jeder andere Hopfen, obschon er dem Biere einen „derben, schweren" Geschmack ertheile.

Der feine Hopfen dagegen (wozu namentlich der Saazer gehört) soll ein sich weniger rasch klärendes Bier von großer Haltbarkeit und eigenthümlicher Lieblichkeit entstehen lassen.

Soweit meine Erfahrungen reichen, treten diese allerdings begründeten Unterschiede aber nur dann hervor, wenn die Biere überhaupt stark gehopft sind. Die größere Menge Hopfenharz hält auch eine größere Menge Hopfenöl zurück, und das Hopfenöl des Saazer Hopfens ist von feinerm Geruch als das des Spalter. Die Hopfenöle in den verschiedenen Hopfensorten sind nicht ganz gleich; — das des amerikanischen Hopfens riecht terpentinartig, das des sogenannten Knoblauchshopfen riecht nach Knoblauch u. s. w. Wir haben das bei andern flüchtigen Oelen ebenfalls, — wir reden von Rosenöl, aber welche außerordentliche Verschiedenheit herrscht im Geruch der Rosen!

Wollte man sich nun verleiten lassen, etwa das Hopfenöl des Saazer Hopfens abzudestilliren und dadurch den Bieren von anderm

Hopfen ein besseres Arom zu geben, so würde man sich sehr getäuscht finden, weil gerade nur soviel Hopfenöl im Bier sein darf, als vom Hopfenharz zurückgehalten wird, — jeder Ueberschuß wird einer Bierzunge lästig. Und das erträgliche Quantum Hopfenöl behält eine jede Würze von dem mit ihr gekochten Hopfen. Drum haben sich alle sogenannten Hopfenessenzen als untauglich erwiesen und sind bald vergessen worden.

§. 47.

Die Normen, nach denen man die Güte eines Hopfens zu beurtheilen pflegt, scheinen mir nicht vorwurfsfrei zu sein und bedürfen einer kritischen Besprechung. Zuvor aber ist es nothwendig, sich über den Unterschied zwischen neuem und altem Hopfen klar zu werden.

Der Leser wird sich erinnern, daß das Hopfenöl (I. §. 167) durch Aufnahme von Sauerstoff zu Baldriansäure (I. §. 164) wird und diese ihren charakteristischen Geruch (nach altem Käse) dem Hopfen beim Altern mittheilt. Ein damit gebrautes Bier behält diesen abscheulichen Geruch hartnäckig zurück, — und das ist Grund genug, einen solchen alten Hopfen aus den Brauhäusern zu verbannen. — Allein nicht jeder alte Hopfen hat diese Umwandlung des Hopfenöls erfahren. War er fest verpackt und hat lange oder warm gelagert, so kann das freie, nicht mit dem Harz verbundene Hopfenöl sich verflüchtigt haben, ohne die nachtheilige Veränderung zu erleiden, — ein solcher alter Hopfen ist tadellos bei der Anwendung.

Man hat früher geglaubt, daß die Gerbsäure des Hopfens in Gallussäure übergehe und dadurch die Eigenschaft verliere, Eiweißstoffe niederzuschlagen. Wagner hat nachgewiesen, daß dies ein Irrthum ist. Die Hopfengerbsäure bleibt unverändert.

Ferner hat man angenommen, daß das Hopfenharz beim Altern sich verhärte und unlöslich werde in der Bierwürze. Dagegen ist aber einzuwenden, daß eine solche Veränderung erst nach Entweichen der letzten Portionen des Hopfenöles eintreten kann. Und das wird beim Lagern nur höchst selten vorkommen.

Daß bei Anwendung von altem Hopfen eine schlechtere Hefe gewonnen werde — wie Manche behaupten —, habe ich nicht gefunden.

Was also bleibt übrig von all' den Mängeln, die dem alten Hopfen nachgesagt werden? — Nichts als der üble Geruch der Baldriansäure. Ist der da, so verwerfe man ihn, — ist er nicht da,

so steht der Verwendung des Hopfens nichts im Wege, möge auch dessen Mehl unter der Lupe noch so viel Runzeln des Alters zeigen.

§. 48.

Als Kennzeichen zur Beurtheilung der Güte des Hopfens pflegt man folgende Eigenschaften desselben ins Auge zu fassen.

1) Der Hopfen darf keine Samenkörner enthalten. Nur die unbefruchtete (weibliche) Dolde besitzt eine Fülle von Hopfenmehl und jene Bestandtheile in den Schuppen in Menge, welche den Zwecken der Brauerei dienen. Mit dem Augenblick der Befruchtung ändern sich diese Bestandtheile, — der Harzgehalt in den Schuppen nimmt ab und wir finden auch nur wenig Hopfenmehl. Dagegen führen die Samenkörner dem Biere einen außerordentlich widrig schmeckenden Extraktivstoff*) zu.

2) Die Dolden müssen in der Spitze ganz geschlossen (fast vierkantig) und dünnstielig sein. Die Länge der Dolden darf nicht über 25 Millimeter, wol aber weniger (etwa 18 Millimeter) betragen.

3) Das Hopfenmehl soll reichlich vorhanden und von grünlichgelber Farbe sein. Im Handel pflegt man solchen Hopfen eine „brockige Waare" zu nennen, — man greift eine Hand voll Hopfen, preßt sie in der Hand zusammen, — das klebrige Hopfenmehl muß so reichlich da sein, daß es beim Oeffnen der Hand die Doldenblätter fest zusammengekittet erhält; der gepreßte Hopfen muß einen Brocken bilden.

§. 49.

4) Die Farbe des Hopfens ist Modesache. Daß der grüne Hopfen eine ordinäre Sorte ist, wurde schon oben erwähnt. Die Dolden des guten Hopfens bekommen beim Reifen einen röthlichen Anflug, während die Grundfarbe grünlichgelb ist. Diese hellfarbigen Hopfen zieht man im Handel deswegen vor, weil sie eine Garantie bieten, daß derselbe auch beim Trocknen gut behandelt ist. Hat man den Hopfen (wie es früherer Zeit Sitte war) in Säcken verpackt „schwitzen lassen", so geht die helle Farbe desselben in eine dunklere über, wodurch eine Veränderung des Extraktivstoffs der Deckblätter hervorgerufen wird. Ob solcher Hopfen dem Biere bezüglich der Farbe Nachtheile zufügen kann (wie man glaubt), scheint mir sehr zweifelhaft.

---

*) Dessen Eigenthümlichkeiten noch nicht allseitig festgestellt sind. Eine sorgfältige chemische Untersuchung wäre hier sehr am Platze.

Nun ist aber solcher hellfarbiger Hopfen oft noch nicht gehörig ausgereift, weshalb denn auch das Hopfenmehl noch nicht vollständig entwickelt ist. Letzterer Umstand ist durch ein Nachreifen auf dem Lager nicht zu beseitigen, wie Einige geglaubt haben.

Viel Geschrei hat man gegen den Hopfen erhoben, der stangenroth war. Solchen Hopfen hat man gemieden ohne Grund. Ein feiner Hopfen, dessen Dolden auf den Stangen zur vollständigen Reife gelangen, besitzt eine lebhaft gelbbraune, glänzende Farbe, die man „stangenroth" nennt. Oeffnet man eine solche Dolde, so findet man ein sehr entwickeltes Hopfenmehl von schön grünlichgelber Farbe. Solch stangenrother Hopfen eignet sich zur Bierfabrikation ganz vortrefflich. Die Befürchtung, daß durch die vollkommene Reife ein Verlust an Hopfenöl eintrete, ist ungegründet. Dagegen kann ein Verlust an Hopfenmehl eintreten, wenn die Ernte bei warmem Wetter geschieht, wo dann die sehr großen Mehlkörner nicht mehr festgehalten werden, — drum öffnet man die Dolden bei der Prüfung und schaut sich das Mehl an nach Qualität und Quantität.

§. 50.

Eine andere dunkle Färbung des Hopfens aber ist die, welche man „bodenbraun" nennt. Wird ein bei feuchter Witterung geernteter Hopfen nicht alsbald mit Sorgfalt getrocknet oder ist das Trocknen mangelhaft gewesen, so daß er noch feucht auf's Lager (den „Boden") kommt, — dann erhält er ebenfalls eine dunkle Farbe und die Dolde wird braun, aber matt und glanzlos, während der stangenrothe Hopfen glänzend braun ist. Oeffnet man die Dolde eines bodenbraunen Hopfens, so findet man das Mehl niemals grünlichgelb, sondern stets dunkelgelb bis braun und oft schimmlig.

Solcher Hopfen hat eine derartige Veränderung seiner Bestandtheile erlitten, daß er dem Biere Eigenschaften verleiht, welche den Brauern und den Konsumenten nicht zusagen. Die Biere klären sich schwer, vergähren viel rascher auf dem Lager (weil ein ähnlicher brauner Körper wie die Quellsäure entstanden ist, vergl. I. §. 176) und der Geschmack ist schlecht. Ob auch die Farbe des Bieres durch diesen Hopfen dunkler wird (wie behauptet wird), scheint mir zweifelhaft, — ein trübes Bier erscheint stets dunkler.

In geringerem Maaße zeigen sich die Folgen einer mangelhaften Trocknung an den braunen Flecken der Deckblätter.

§. 51.

Der Hopfen ist auch noch einigen andern Zufälligkeiten unterworfen, die ihn als Handelswaare entwerthen.

Da ist eine Krankheit, der Fuchs, — sie tritt bei anhaltend naßkalter Witterung auf. Dabei leidet die ganze Entwicklung der Pflanze und es bildet sich schließlich wenig oder kein Hopfenmehl, — die Dolden werden fuchsroth und fallen ab, wenn man sie nicht vorzeitig abbricht. Solcher Hopfen nutzt nichts und ist leicht zu erkennen.

Der Mehlthau oder die Schwärze entsteht aus ähnlichen Witterungsgründen, aber unter Mitwirkung einer Blattlaus, die auch die Dolden anfrißt; die Doldenblätter bekommen dabei schwarze Flecken.

Auch thun manch' andere Insekten zu Zeiten dem Hopfen viel Schaden, sie fressen die Dolden an, manche Wespen und Fliegen sind besonders auf das Hopfenmehl erpicht. Da pflegt man denn zu retten, was zu retten ist, und erntet ihn vorzeitig ein. Darum untersuche man auch grüne Hopfen, die man für gewisse Fälle verwenden kann, ob sie nicht derartigen Beschädigungen exponirt waren.

§. 52.

Da der Hopfen beim Lagern gar so leicht auf nachtheilige Weise verändert wird, so hat man alle Hülfsmittel der Wissenschaft aufeboten, um die unveränderte Erhaltung eines so werthvollen Mateals zu ermöglichen. Auf diese Weise konnte man auch hoffen, den Segen der fetten Hopfenjahre auf die nachfolgenden magern zu übertragen und die Schwankungen der Hopfenpreise verschiedener Jahre etwas auszugleichen.

Diese Mittel bestehen in

a) Beseitigung der Feuchtigkeit und

b) möglichster Absperrung der atmosphärischen Luft.

Zu a) die dünnen Blätter und Stiele des Hopfens trocknen leicht aus. Kann man dabei die Anwendung der Wärme vermeiden, so ist es rathsamer, das Trocknen (z. B. bei Ostwind) auf luftigem Boden vorzunehmen. Bei ungünstiger Witterung muß man Wärme zu Hülfe nehmen. Der Hopfen wird auf schief gestellte Horden gebracht, unter welchen ein Strom von höchstens 37° warmer Luft emporsteigt.

Zu b). Der getrocknete Hopfen darf nicht zu spröde sein, um eine feste Verpackung möglich zu machen; die Blätter müssen noch eine gewisse Elasticität besitzen, damit sie beim Eintreten in die Züchen nicht brechen. Ist dabei zuviel Feuchtigkeit im Rückstand, so erhitzt sich der Hopfen und wird „bodenbraun".

Um auch die atmosphärische Luft vollständig zu entfernen, hat man den getrockneten Hopfen durch den Druck von hydraulischen Pressen zu einer festen Masse vereinigt, wodurch der Haltbarkeit des Hopfens am meisten Vorschub geleistet wird. Die Preßkuchen werden noch mit Stanniol oder Papier überklebt und diese oft noch überfirnißt.

Ueber das Verpacken des Hopfens in Kisten (anstatt in Züchen) hat sich die Erfahrung nicht günstig ausgesprochen, abgesehen davon, daß das Probenehmen beim Einkauf erschwert ist. Diese Verpackungsart ist namentlich des Seetransports wegen eingeführt. Die ewig feuchte Seeluft durchdringt aber allmälig die Fugen der Kiste, der Hopfen zieht an, kann aber nur schwierig wieder abtrocknen.

Eine nur für den Brauer interessante Methode zur Aufbewahrung des Hopfens ist, ihn in bis zur Syrupkonsistenz eingekochte Würze einzukneten, so daß alle Blättchen vollständig davon überkleidet werden. Der Hopfen hält sich so vortrefflich.

§. 53.

Besondere Aufmerksamkeit verdient das in neuester Zeit vielfach angewendete Schwefeln des Hopfens. Die Erfolge des Schwefelns waren so befriedigend, daß der für den Export (besonders nach England) bestimmte Hopfen auf ausdrückliches Verlangen der Besteller geschwefelt sein sollte. Dennoch wurde das Schwefeln des Hopfens in mehreren Ländern, so namentlich in Bayern, gesetzlich verboten, — es gab mehrfache gerichtliche Untersuchungen und die Chemiker waren bemüht, sichere Wege zu ermitteln, auf denen man die Anwendung des Schwefelns, durch die Gegenwart der schwefligen Säure (I. §. 77) im Hopfen, nachweisen könnte. Vergl. darüber I. §. 253.

Durch dieses Einschreiten der Regierungen fühlten sich nun die Hopfenhändler arg beschwert und von Nürnberg aus wurde der berühmte Freiherr v. Liebig in München veranlaßt, ein chemisches Gutachten über diesen Gegenstand abzugeben. Dieses Gutachten Liebig's fiel durchaus zu Gunsten des Hopfenschwefelns aus. Von den hervorgehobenen Gründen mögen einige hier Platz finden.

Die schweflige Säure besitzt die wichtige Eigenschaft, mit der festen Substanz der Blumen, Blätter und saftreichen Theile der Pflanzen eine chemische Verbindung einzugehen, wodurch diese die Fähigkeit einbüßt, in Verderbniß zu gerathen. Deshalb hat denn auch schon vor mehr als 25 Jahren der ausgezeichnete französische Chemiker Braconnot das Schwefeln grüner Gemüse (Spargel, Endivien, Lattich 2c.), gestützt auf seine gelungenen Versuche, angelegentlich empfohlen, ohne das mindeste Bedenken, daß die Anwendung der schwefligen Säure irgend einen schädlichen Einfluß auf die Gesundheit ausüben könne. Mit dieser Einwirkung der schweflichen Säure ist die sehr merkwürdige Erscheinung verbunden, daß die feste Masse der Pflanze nunmehr das aufgesaugte Wasser des Pflanzensaftes nicht mehr zurückhalten kann, — bei saftreichen Gemüsen fließt das Wasser förmlich aus. Alle aromatischen Bestandtheile bleiben mit der festen Masse, welche sich nunmehr auch rascher und leichter austrocknen läßt, zurück. In ganz gleicher Weise verhält sich der Hopfen; die aromatischen und alle diejenigen Bestandtheile desselben, welche in der Bierbrauerei eine Rolle spielen, behalten ihre nützlichen Eigenschaften.

Das ist der kurze Inhalt der Gründe Liebig's. Das Gutachten schließt er mit folgenden Worten: „Der Nutzen des Schwefelns des Hopfens für die Bewahrung der guten Qualitäten desselben ist so außerordentlich groß, daß, wenn dasselbe noch nicht im Gebrauch und durch die Erfahrung bewährt wäre, die Entdeckung des Schwefelns als eine der größten und wichtigsten Erwerbungen für die Bierfabrikation angesehen werden müßte. Das Verbot, den Hopfen zu schwefeln, sollte folgerichtig ein ähnliches Verbot des Weinschwefelns in sich schließen; welche Folgen aber hieraus für den Weinhandel hervorgingen, darüber bedarf es keiner Auseinandersetzung."

§. 54.

Im Jahre 1855 trat in München eine Kommission zusammen, um diese wichtige Frage auf dem Wege vergleichender Versuche zur Erledigung zu bringen. Ein umfassender Bericht darüber findet sich im „Bierbrauer" 1860 S. 4. Die Resultate lassen sich in folgende Punkte zusammenfassen.

Es wurde Hopfen untersucht, welcher

I. geschwefelt, ungedörrt, hydraulisch gepreßt und in einem Blechgefäß luftdicht (durch Verlöthung) eingeschlossen, —

II. geschwefelt, gedörrt, hydraulisch gepreßt und ebenfalls in Blech eingelöthet, —
III. nicht geschwefelt, gedörrt, hydraulisch gepreßt und in Blech eingesperrt, —
IV. nicht geschwefelt, gedörrt, nicht gepreßt und in (?) aufbewahrt, —
V. geschwefelt, nicht gedörrt, nicht gepreßt und in (?) aufbewahrt, —
VI. geschwefelt, gedörrt, nicht gepreßt und in (?) aufbewahrt, —
VII. geschwefelt, gedörrt und gepreßt in Leinwand aufbewahrt, und
VIII. in gewöhnlicher Verpackung aufbewahrt war.

Als diese Proben mehr als zwei Jahre gelagert hatten, wurde zu einer Revision geschritten. Dabei wurden die Proben zunächst mit dem Mikroskop geprüft und ermittelt, daß das Hopfenmehl vom konservirten Hopfen gebräunt war, gegenüber dem Mehl vom frischen. Hierauf wurden die Proben bezüglich ihres Geruchs in zwei Gruppen, und zwar die bessern voran, getheilt:

a) mit mehr Aroma behaftet erschienen II, I, III, —
b) mit Kräutergeruch*) präsentirten sich VII, — V und VI, — IV und VIII.

Die Kommission glaubte hiernach annehmen zu sollen, daß der luftdicht verschlossene, geschwefelte und gepreßte Hopfen ohne Zweifel in dem Zustande verbleiben werde, in welchem sich derselbe jetzt befindet."

Es wurde nun zu weitern Prüfungen geschritten. Mit sämmtlichen Hopfenproben wurden im Laboratorium Liebig's Versuche angestellt, man kochte sie mit Bierwürze (je 2 Loth Hopfen auf 4 Maaß Würze); über den dabei entwickelten Geruch referirten die Bierbrauer G. und J. Sedlmayer und L. Brey, sowie der Referent Jägerhuber, und zwar wie folgt (die bestriechende Probe voranmarschirend): daß dem frischen Hopfen am nächsten komme II, dann I, III. Zwischen V und VII war kein bedeutender Unterschied. Am geringsten in der Qualität, am wenigsten Aroma haltend, mehr Käsegeruch entwickelnd, wurde VII befunden. — Diese Klassifi-

*) Die unbestimmte Bezeichnung „Kräutergeruch" kann ich nur auf den Geruch nach Baldriansäure (durch Zersetzung des Hopfenöls) beziehen, — es giebt keinen allgemeinen „Kräutergeruch".

kation zeigt große Uebereinstimmung mit der vorangegangenen Prüfung des Geruchs der trocknen Hopfensorten.

Hieran reihten sich nun noch Versuche, um festzustellen, wie sich der konservirte Hopfen zur Bierfabrikation eigne. Diese Versuche wurden in zwei verschiedenen Lokalen angestellt, in der Brauerei G. Sedlmayer's und im Technologicum der landwirthschaftlichen Centralschule zu Weihenstephan (unter Professor Dr. Knobloch's Leitung). Sedlmayer verglich nur die Sorten II und VII, Knobloch versuchte auch die übrigen Proben in Bezug auf die Haltbarkeit der daraus hervorgehenden Biere.

Die Beobachtungen beim Kochen stimmen schlecht mitsammen.

Ueber Hopfen Nr.	berichtet Sedlmayer:	berichtet Knobloch:
II	Der Geruch ist aromatisch, fein, mild, ganz ähnlich dem neuen Hopfen.	Der Geruch ist höchst widerlich, vergleichbar mit jenem des schimmligen Heues, des alten Backsteinkäses; ein eigentliches Aroma wurde kaum bemerkt.
VII	Der Geruch erinnerte zwar nicht an neuen Hopfen, ließ aber doch nicht jenes Säuerliche und Käseartige wahrnehmen, welches den alten Hopfen kennzeichnet.	Der Geruch ist ekelerregend u. s. w.

Die mit den verschiedenen Hopfenproben erzielten Biere wurden zu verschiedenen Zeiten und von verschiedenen Sachverständigen geprüft und in nachstehender Weise beurtheilt.

Bei dem vier Monate alten Biere Sedlmayer's hielt man beide (mit II und VII gebrauten) Bierqualitäten für vollkommen gut trinkbar, die Mehrheit glaubte aber dem mit II gebrauten bei Weitem den Vorzug geben zu müssen vor jenem mit VII. Die Probe II, verglichen mit einem mit neuem Hopfen gebrauten Lagerbier, ließ nur einen sehr unbedeutenden Unterschied erkennen.

Sechs Wochen später fällten „verpflichtete Bierbeschauer" folgendes Urtheil über dieselben Biere aus zwei verschiedenen Kellern, von denen der eine eine Temperatur von 1½° R., der andere von 7° R. hatte. Dieselben setzten an erste Stelle die Probe von VII aus dem kalten Keller, an die zweite Stelle Nr. II aus demselben Keller,

an die dritte Nr. II aus dem wärmern Keller und an die vierte Nr. VII aus dem wärmern Keller. Sedlmayer und Jägerhuber konnten dem Urtheile der beiden Biergeschwornen nicht vollkommen beitreten, sondern setzten im kalten Keller II an erste und VII an zweite Stelle.

Bei diesen verschiedenen Meinungen kompetenter Männer kann der Unterschied der Qualität nur verschwindend klein gewesen sein.

Ganz anders aber stellt sich die Beurtheilung der unter Knobloch's Leitung gebrauten Biere heraus.

Die einer Kommission vorgesetzten Proben wurden wie nachstehend klassificirt. Bier mit Hopfen von

1) Nr. II. Schöne Farbe, sehr klar, ausgezeichneter Glanz, moussirend, sehr guter Geschmack und angenehmer Trunk.
2) Nr. I. Schöne Farbe, klar, angenehmer Geschmack, schwach im Hopfen, an der Grenze der Haltbarkeit angekommen.
3) Nr. V. Sehr schöner Glanz, guter milder Geschmack, doch sehr schwach im Hopfen.
4) Nr. VI. Lichte Farbe, sehr glanzhell, harzbitter, etwas rauher Geschmack.
5) Nr. III. Staubig, fast rauher Geschmack, fehlerhafter Geruch, sehr nahe an der Grenze der Haltbarkeit.
6) Nr. VII. Staubig, schlechter Geschmack, käsiger Geruch.

Wenn hierbei nicht eine Verwechselung der Nummern VI und VII vorgekommen ist, so hätte derselbe Hopfen in Folge des Pressens eine so schlechte Qualität erhalten, daß er dem Biere alle die aufgedeckten Mängel anheften konnte. Das ist mir wenigstens unbegreiflich.

§. 55.

Trotzdem nun durch diese Resultate der Vortheil des Schwefelns unbestreitbar nachgewiesen ist, bleibt das Verbot desselben aufrecht erhalten und — — es wird dabei lustig fortgeschwefelt.

In der That hat das Ueberhandnehmen des Schwefelns auch seine bedenkliche Seite, indem es eine unschätzbare Handhabe für den Betrug ist. Man ist im Stande, einem auf dem Lager gebräunten Hopfen durch das Schwefeln wiederum zu einem jugendlichen Aeußern zu verhelfen.

Um eine solche geschminkte Matronen-Hopfendolde von

einer in gesunder Jugend angeschwefelten zu unterscheiden, giebt es nur das einzige Mittel der mikroskopischen Untersuchung (s. oben §. 44). Man öffne nur den Mund einer solchen Dolde und schaue sich das Hopfenmehl durch eine Lupe an. Soweit reicht die Macht des Schwefelns nicht, daß dadurch auch die Runzeln der Jahre geglättet und die bräunliche Farbe des Alters in die grünlichgelbe Jugendfrische übergeführt werden könnte. Wer sich die leichte Mühe einer solchen Untersuchung nicht machen will, der erwirbt sich dadurch das Recht — — betrogen zu werden.

Regierungen, die in ihrer väterlichen und oft sehr weit greifenden Fürsorge für das Wohl des Volkes auch die Frage des Hopfenschwefelns in den Kreis ihrer Ventilationen gezogen haben, dürften wol am besten ihren Zweck erreichen durch eine gesetzliche Anordnung, kraft deren **aller** Hopfen **sofort nach der Ernte** geschwefelt werden **muß**. Dadurch würde wenigstens dieses Mittel zur Verlängerung der Jugendzeit des Hopfens allgemein in Anwendung kommen, — und bis auch diese Frist zu verrinnen droht, ist die Waare wol an den Mann gebracht.

§. 56.

Die durch Mißernten hervorgerufenen Schwankungen in den Hopfenpreisen, und die Weitläufigkeiten, welche die bestmögliche Konservirung des Hopfens mit sich führt, hatten auf die Idee geführt, die nutzbaren Bestandtheile des Hopfens zu extrahiren und das zur festen Masse eingekochte Hopfenextrakt, welches sich geschützt vor der schädlichen Einwirkung des Sauerstoffs unverändert aufbewahren läßt, als Handhabe zu benutzen, um die billigen Hopfenpreise guter Ernten auch in die Jahre der Mißernten zu übertragen.

Die Firma Schröder und Rautert in Mainz machte im Jahre 1858 den Versuch, den Hopfenextrakt in die Brauereien einzuführen. Die Vortheile der Anwendung des Extraktes liegen auf der Hand, von der Tadellosigkeit des Hopfenextrakt-Bieres in Bezug auf den Geschmack habe ich mich durch Beihülfe unparteiischer Bierzungen überzeugt, — und die mehrfach angezweifelte „Haltbarkeit" hat sich ebenfalls bewährt.

Trotz alledem hat die Sache nicht hinreichenden Anklang gefunden, — theils Vorurtheil, theils Schüchternheit haben dem Extrakt den Zutritt zu dem Braukessel versagt, und — — so ist das Etablissement in Mainz nach wenigen Jahren wieder schlafen gegangen. Leider

wird dieser wichtige Fortschritt damit wol für lange, lange Zeit eingesargt bleiben.

§. 57.

Die in steter Zunahme begriffene Bierkonsumtion hat natürlich auch einen gesteigerten Bedarf an Hopfen im Gefolge. Drum ist der Hopfenbau nach und nach in Gegenden eingedrungen, welchen derselbe völlig fremd war. Staatsbehörden, landwirthschaftliche und gewerbliche Vereine haben sich um die Einführung des Hopfenbaues verdient gemacht. Dabei ist man von dem sehr wichtigen Grundsatze ausgegangen, die Fechser von jener Hopfensorte zu wählen, welche die Vortheile des werthvollsten Produkts und der frühzeitigen Reife vereinigt, — und das ist die in Saaz in Böhmen heimische.

Diese neuen Hopfengegenden haben aber gegen einen ihnen steif entgegenstarrenden Zopf anzukämpfen, — es ist das Vorurtheil für die Namen der Orte, welche sich durch die sorgfältige Hopfenkultur bisher einen wohlbegründeten Ruf erworben haben. Da sollten die Bierbrauer im eignen Interesse so gerecht sein, die Hopfen von Orten, die „keinen Namen" haben, wenigstens versuchsweise zur Anwendung zu bringen.

In der nachstehenden Uebersicht sind die bekanntesten Hopfenorte (nach Staaten geordnet) verzeichnet.

I. Böhmen. Saaz und Umgegend (feinste Qualität). Auscha (weniger fein, aber recht gut). Die grünen böhmischen Hopfen sind nichts nutz.

II. Bayern. Spalt und Umgegend (vortreffliche, schwere Waare), Altdorf und Umgegend, der Aischgrund, Zenngrund, die Hollertau (1. Qualität von Wollezach und Au, die übrigen Orte liefen minder gute Waare), Kinding und Heideck, Bamberg und Umgegend u. s. w.

III. Preußen. Neutomysl im Regierungs-Bezirk Posen (ausgezeichneter Hopfen, schwer, aber weniger fein als der Saazer), mehrere andere Orte in der Umgegend (sogenannter Distriktshopfen, der dem Stadthopfen nicht gleichkommt); Gardelegen (Altmärkerhopfen, brauchbare Waare), — ferner Cüstrin (Oderbrücher Hopfen), Pölitz bei Stettin (Pommer'scher Hopfen), Trier und Umgegend.

IV. Baden producirt bei Schwetzingen, Bruchsal rc. recht gute Hopfen, — ebenso

V. Württemberg bei Rottenburg, Gmünd, Altshausen, Tettnang, Heilbronn u. s. w.

VI. Braunschweig und Kurhessen bauen gute Hopfen, — in Hannover sind besonders Saazer Fechser zu den Anpflanzungen benutzt worden und haben gutes Resultat ergeben.

VII. Oesterreichs Hopfenbau (außer Böhmen) ist geringfügig und die Waare leicht.

VIII. England baut sehr viel Hopfen, deckt aber noch lange nicht seinen Bedarf. Die englischen Hopfen sind sehr verschieden in der Qualität, — mancher ist sehr fein (Fornham), anderer (der Collegateshopfen) ziemlich gering. Die größten Pflanzungen sind in Kent, Sussex und Herefordshire.

IX. Brabant liefert viel guten Hopfen, ebenso auch

X. das Elsaß und

XI. Lothringen — gute, aber leichte Waare.

Fünfter Abschnitt.

Farbmittel.

Das Publikum in gar vielen Orten ist heut' zu Tage noch von dem Aberglauben besessen, daß die mehr oder minder braune Farbe des Bieres einen Maaßstab für den Gehalt desselben abgebe. Gegen solchen Wahn ankämpfen zu wollen, ist vergebliche Mühe. Und da der Brauer unter allen Umständen den Wünschen der Konsumenten (und wenn es auch nur Bauern wären) sich beugen muß, so erübrigt ihm nichts Anderes, als — — auch die Farbmittel unter seinen Materialien aufmarschiren zu lassen.

In den Zeiten des Mittelalters, wo die Ausübung des Braugewerbes in Stadt und Land von Haus zu Haus reiheum geschah, hatten die ehrsamen und wohlweisen Rathsherren die Klebkraft des Bieres als Maaßstab des Gehaltes angenommen, was wenigstens vernünftiger ist, als nach der Farbe zu schauen. Man erzählt sich, daß die Kontrole über den nöthigen Gehalt der Biere in folgender Weise durchgeführt wurde. Wenn die Herren versammelt waren, mußte

ihnen Probe vorgelegt werden von dem Biere, welches sollte zum Ausschank kommen. Sothane Probe wurde ausgegossen auf die Bänke, auf denen die Rathsherren ihre Sitzungen abhielten. Und sie setzten sich darauf und begannen ihre Geschäfte zu erledigen. Am Schlusse der Sitzung aber wurde die Bierprobe gemacht, — da stunden sie alle zugleich auf und die Rathsbänke mußten aus Anhänglichkeit mit emporgehoben werden, wenn das Bier den richtigen Gehalt hatte. Das war eigentlich eine Prüfung des Bieres auf seine Vollmundigkeit.

Doch zur Sache. Unter den Farbmitteln ist

§. 58.

das Farbmalz am verbreitetsten, d. h. Malz, welches in einer Kaffeetrommel unter raschem Umdrehen geröstet wurde, bis es eine fast schwarze Farbe angenommen hat. Das Dextrin des Malzes wird durch diese Operation vollständig zerstört; — es hinterbleibt eine bitterschmeckende Substanz, das Assamar (I. §. 136), — das Stärkemehl ist in Röstgummi (I. §. 127) umgewandelt. Wird viel Farbmalz bei Verwendung von blassem Malz und kurzer Siedezeit verbraucht, so erhält das Bier einen Geschmack, der an Lakritze erinnert; — manche Biertrinker haben bereits den Brauern mit Unrecht vorgeworfen, daß sie Lakritze zusetzten, — der Grund liegt wie gesagt im Farbmalz.

Eine ähnliche Umwandlung findet auch Statt, wenn zuckrige Substanzen einer hinreichend hohen Temperatur ausgesetzt werden. So erhält man z. B.

die sogenannte Zuckerfarbe, welche auch von den Weinhändlern zum Färben der Weine angewendet wird, durch Schmelzen von Zucker, bis er anfängt schwarzbraun zu werden. Die Auflösung des hierbei entstandenen Farbstoffs enthält noch einen großen Theil Karamel (I. §. 135), der in Berührung mit Hefe allmälig zu Glykose wird und dann vergährt. Je weiter die Erhitzung fortschreitet, desto weniger Karamel bleibt zurück.

Zu den so präparirten Färbungsmitteln gehört auch

die „Bier-Couleur", welche von A. Rammelberg in Wolmirstedt (bei Magdeburg) fabricirt wird. Sie löst sich in Wasser zu einer glanzhellen Flüssigkeit auf und besitzt ein ungemein kräftiges Färbungs-Vermögen. Drum hat sie sich auch rasch Bahn gebrochen

und findet viel Verwendung in den englischen Porterbrauereien. Es ist jedenfalls viel billiger als die in England bisher gebräuchliche

§. 59.

Essentia bina, welche dadurch bereitet wurde, daß man die starke, zuerst ablaufende Bierwürze einsott bis zur Konsistenz eines dicken Extraktes und dann allmälig weiter erhitzte, bis zum Eintreten eines brenzlichen Geruches.

An vielen Orten, wo namentlich sehr leichte Biere dunkel von Farbe verlangt werden, haben die Brauer längst den

sogenannten deutschen Kaffee (Cichorienkaffee) als Farbmittel benutzt, den man im Braukessel zusetzt; er ist billiger als der

Bruticolor, welchen M. A. Laurent in Paris (Chapelle St.-Denis) zu 80 Frcs. die 100 Kilogr. verkauft.

Sechster Abschnitt.

Parfümerien.

Leider gewinnen die Parfümerien — nachdem sie sich im übrigen Leben eingenistet haben, um den Gestank zu verdecken — auch da und dort Boden im Braugewerbe. Das Publikum ist nicht mehr zufrieden mit dem erquickenden Geruch, den ein gut vergohrenes, hefenfreies Bier an sich verbreitet, — es verlangt nach einem raffinirteren Gaumenkitzel. Und diesem Verlangen haben die Bierbrauer als gute Geschäftsleute Rechnung tragen müssen. Deshalb ist denn auch die Frage am Platze: welche unschädliche Substanzen zu diesem Zwecke dermalen mit Erfolg verwendet werden? —

Drum halten wir eine Rundschau über diese Riechstoffe. Hat man dann eine Bierprobe vor sich, der ein solch' aristokratisches Aushängeschild anklebt und die man nachahmen soll, so wird es nicht schwer sein, dem darin vorherrschenden Wohlgeruch vermittelst dieses Registers auf die Spur zu kommen.

§. 60.

Beginnen wir unsere Uebersicht mit dem

1) Hopfen. Bei der gewöhnlichen Verwendung des Hopfens im Braukessel wird das starkriechende Hopfenöl meistens in die Luft

gejagt, — nur ein Theil derselben (und zwar der weniger durchdringend riechende) bleibt mit dem Hopfenharz im Bier zurück. Reflektirt man auch auf den starkriechenden flüchtigen Theil (wie in Nordamerika und z. Thl. in England), so setzt man dem Bier beim Fassen noch eine Portion frischen Hopfen zu.

2) Florentinische Veilchenwurzel mit ihrem beliebten, sanft veilchenartigen Geruch findet bei den gepriesensten Bieren häufiger Anwendung als man gewöhnlich glaubt. Auf 1000 Liter Würze setzt man der Stellhefe etwa 2 Gramm der geriebenen Wurzel zu.

3) Muskatblüte wird an manchen Orten der Stellhefe zugesetzt unter dem Vorwande, sie zu „stärken." Das Aroma ist nicht unangenehm für die Biertrinker in vielen Landen. An andern Orten benutzt man in gleicher Absicht

4) die Muskatnuß, von der man aber nur sehr wenig anwenden darf, damit der Geruch nicht zu stark wird.

5) dem Koriandersamen verdankt das Bockbier seinen eigenthümlichen Geruch, — auch er muß in sehr knappen Dosen angewendet werden, wenn man das Bier nicht unangenehm machen will.

§. 61.

6) Mit den Gewürznelken haben sich viele Brauer längst schon bekannt gemacht, weil sie dadurch der Haltbarkeit des Bieres Vorschub zu leisten glaubten. Indessen thut ein hervorstechender Gehalt des Bieres an Gewürznelkenöl der kostbaren Eigenschaft desselben, den Durst zu löschen, Eintrag, und macht die Schleimhäute der Zunge und des Halses trocken.

Andere wenden ebenfalls in der Absicht, das Bier haltbar zu machen,

7) Lorbeeren (im gemahlenen Zustande) an, die sie der Stellhefe zusetzen. Dieses Gewürze pflegt man dann mit florentinischer Veilchenwurzel zu vereinigen.

8) Zimmtrinde wird selten gebraucht. Bei der Anwendung setzt man sie (fein gepulvert) in Verbindung mit andern Gewürzen (z. B. mit Gewürznelken, Koriander und Veilchenwurzel im Berliner „Werder'schen Biere") der Stellhefe zu.

9) Der sogenannte spanische Hopfen ist ein in den Küchen der Israeliten häufig verwendetes und wegen seines balsamischen Geruchs beliebtes Gewürz. Die Anwendung desselben in der Bier-

brauerei ist sehr beschränkt, dürfte aber in Gegenden mit vorherrschenden Israeliten diese Mäßigkeitsapostel zum Biergenuß verlocken.

10) Die Wachholderbeeren sind zu Zeiten benutzt worden, um das Bier leichter verdaulich zu machen und es den Nieren u. s. w. rascher zuzuführen. Solche Biere besitzen indessen kaum einen Geruch nach Wachholderöl; es muß also sehr wenig dazu gehören, um ihm diese Eigenschaft zu verleihen.

Leicht hätte man dies Verzeichniß noch vermehren können, — auch den rein arzeneilichen Zusätzen hätten einige Worte gewidmet werden können (Pomeranzen, Enzian, Ingwer u. s. w.). Allein — — es geht mir über das Herz, über solche Sachen zu reden, die ich dem Biere stets fern gehalten wissen möchte. Und ich glaube in diesem Abschnitt schon mehr als zuviel Verlockung zur bösen That gegeben zu haben.

Als Schluß stehe hier noch eine ernstliche

Warnung vor der Anwendung der Paradieskörner, welche von manchen unwissenden Menschen den Brauern angepriesen werden als eines der vortrefflichsten Parfüms. Allerdings ertheilen sie in Verbindung mit dem Koriander dem Biere einen Ananasgeschmack und sie sollen zu dem Zwecke in England häufig verwendet werden. Allein die Paradieskörner enthalten einen scharfen, betäubenden Stoff, durch den man ein Attentat auf die Gesundheit der Biertrinker begeht.

Zweite Abtheilung.

Malzbereitung.

Erster Abschnitt.

Das Einquellen.

§. 1.

Die zur Malzbereitung dienende Frucht bedarf einer Vorbereitung, welche besteht:

a) in der Trennung der kleinern von den größern Körnern und

b) in der Zuführung der zum Keimen erforderlichen Feuchtigkeit.

Was den ersten dieser Punkte anlangt, so findet er seine Begründung in dem Umstande, daß Körner von verschiedener Größe beim Einquellen im Wasser auch zu verschiedenen Zeiten mit Feuchtigkeit gesättigt werden; ist das größere Korn quellreif (s. §. 5), so hat das kleinere Korn bereits zuviel Wasser aufgenommen. Von welch großem Nachtheil diese Ungleichheit aber für den weiteren Verlauf des Malzprocesses ist, wird weiter unten ersichtlich werden.

Um diese Trennung der kleinern und größern Körner zu vollziehen, verfahren manche Brauer mit größerer Strenge beim Einweichen (§. 3), wo die schwimmenden tauben Körner abgenommen werden. Dabei sind die mittelschweren Körner anfangs (durch Luftblasen getragen) ebenwol schwimmend und würden später zu Boden sinken; die besten Körner aber von ziemlich gleichem Kaliber fallen sogleich zu Boden. Nimmt man nun Alles was schwimmt ab, so hat man ziemlich gleichwerthige Körner in der Arbeit.

Man hat neuerdings Vorrichtungen konstruirt, um auch im Trocknen die Zerlegung der Gerste in die verschiedenen Qualitäten vollziehen zu können.

Am einfachsten erscheinen die Siebe mit durchlöchertem Blech, wie solche von Calard in Paris (rue Leclerc No. 8) geliefert werden. Es sind drei verschiedene Siebe; durch das engste fallen die unfruchtbaren (tauben) Körner, der Rückstand läßt auf dem zweiten Siebe die kleinsten der keimfähigen Körner fallen, — auf dem dritten Siebe endlich bleiben nur die stärksten Körner zurück und eine gute Mittelwaare fällt hindurch.

Man verarbeitet nun diese Qualitäten so, daß man die beste und die Mittelgerste behufs der Mälzerei, jede für sich, einquellt, — die kleine Gerste aber als Rohfrucht zusetzt und die tauben Körner als Viehfutter benutzt.

Sollte die Frucht schimmlig sein, so darf man sie — obgleich die Keimkraft durch den Schimmel nicht immer verloren geht — doch nicht zum Malzen anwenden. Der Vorschlag, solche Frucht durch Zusatz von Kohle tauglich zu machen, beruht auf einer Verwechselung, — man kann wol eine schimmlige Frucht beim Einmaischen verwenden und den Schimmelgeruch durch Kohle beseitigen, nimmermehr aber wird das Fortwuchern der Schimmelpilze in den Malzhaufen durch Kohle unterdrückt. Auch das von Chatelain empfohlene Einkalken der Frucht ist nicht empfehlenswerth, weil der Kalk zwar den Schimmel zerstört, daneben aber auch gar störend in den Keimproceß des Korns eingreift.

§. 2.

Die zum Keimen erforderliche Feuchtigkeit giebt man entweder durch Einweichen oder Besprengen.

Das Einweichen oder Einquellen ist die allgemein verbreitete Weise, dieser Anforderung nachzukommen, — betrachten wir es also zuerst.

Das Gefäß, in welchem diese Operation vorgenommen wird, heißt der Quellstock (Weichstock). Bisher machte man sie meistens von Holz (Quellbottich), — neuerer Zeit hat man dieses vergängliche Material meistens durch Stein oder Cement ersetzt. Vortrefflich eignen sich dazu die von Sadé und Pönsgen in Düsseldorf fabricirten geschliffenen Cementsteine.

Der Quellstock steht in dem Raume, welcher als Keimplatz dient, — er ist untermauert, damit er etwa 6 Decimeter höher zu stehen kommt und das gequellte Getreide leicht durch eine Oeffnung im Boden ausgelassen werden kann. Als Beispiel zeigt Fig. 52—55

einen gut konstruirten Weichstock, — A ist der Grundriß, B der Aufriß, C der Durchschnitt nach der Linie y — z in A.

Er steht in einer Nische, um ihn besser gegen die Einwirkung der Temperaturwechsel zu schützen. Die mit Doppelfenster versehene

Fig. 52.

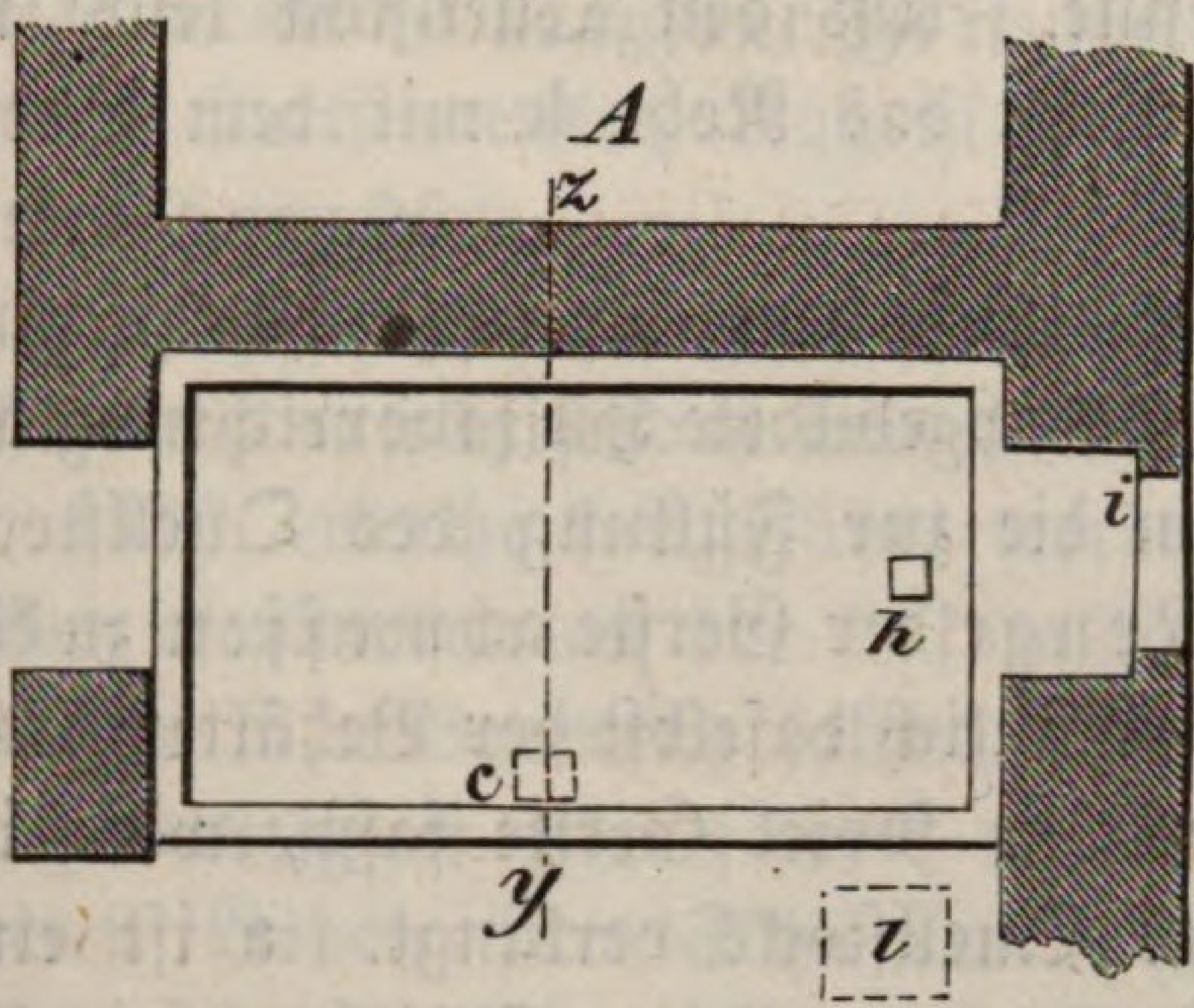


Fig. 55.

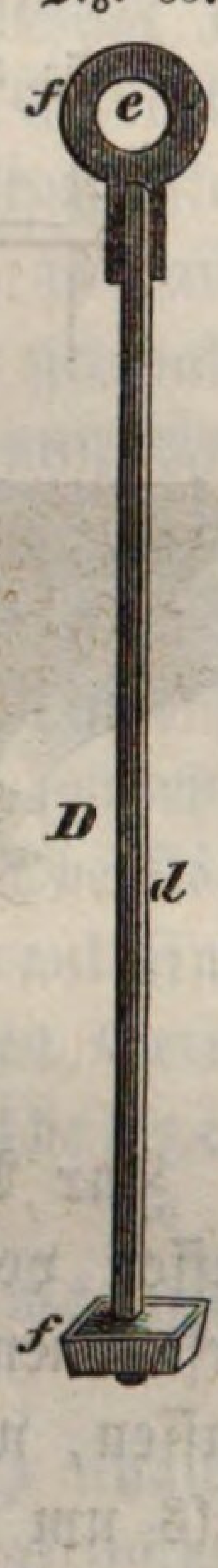
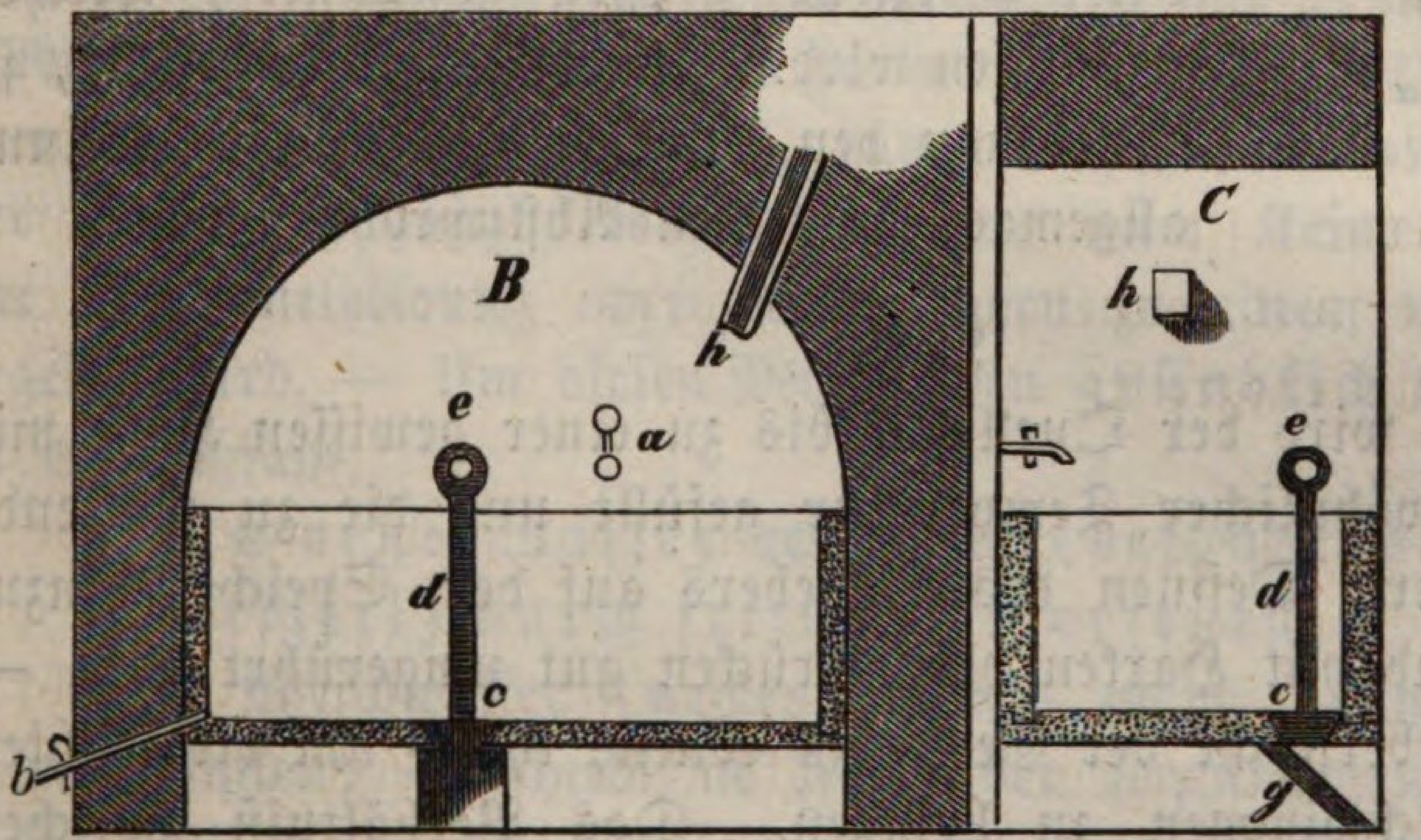


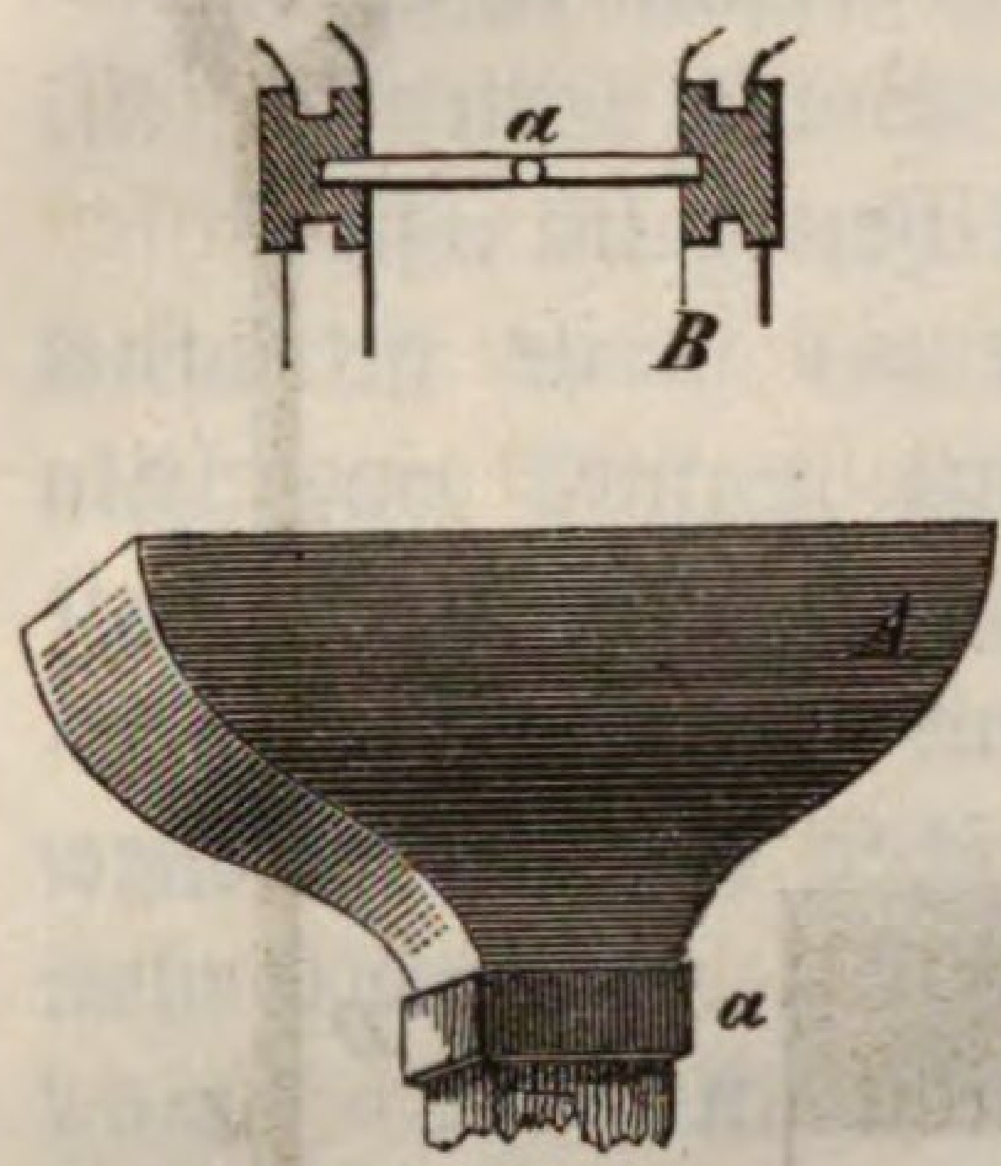
Fig. 53 u. 54.



Fensteröffnung i sorgt für das Licht. a ist der Hahn einer Röhrenleitung, die das Wasser zuführt, — b Abflußrohr für das Wasser (mit einer siebartigen Vorrichtung zum Zurückhalten der Körner), — c ist eine Oeffnung im Boden des Quellstocks, von 15 Centimeter im Quadrat. Man kann diese Oeffnung schließen und öffnen durch den Zapfen d, welcher bei D vergrößert abgebildet ist. Die Stange ist von hartem Holz, trägt oben bei e einen eisernen Ring. Unten ist der zugespitzte hölzerne Pfropf f befestigt, welcher mit einer eisernen Umfassung versehen ist, die in die Oeffnung c, welche ebenfalls ein eisernes Futter hat, genau paßt; — der Stiel d trägt unten eine

eiserne Schraube, die den Pfropf f festhält. Will man den Zapfen öffnen, um die gequellte Gerste abzulassen, so steckt man durch den Ring e einen Hebel, dessen eines Ende an der Hinterwand des Quellstocks eine Unterlage hat, und so hebt man den Pfropf empor. Die Gerste rinnt nun durch die Oeffnung c auf der schiefen Ebene g hinab nach der Malztenne. Um den Quellstock leicht mit Gerste füllen zu können, communicirt das Rohr k mit dem Speicher, auf welchem die Gerste lagert.

Fig. 56 u. 57.



Auf dem Speicher ist die in Fig. 56 u. 57 abgebildete Hülfsvorrichtung angebracht, um die zur Füllung des Quellstocks nöthige Menge der Gerste abmessen zu können. Es ist nämlich daselbst der Behälter A angebracht, welcher soviel Gerste faßt, wie die Füllung des Quellstocks verlangt. a ist ein in einer Nuth beweglicher Schieber (er ist in dem Bilde B etwas größer gezeichnet), welcher geschlossen wird. Ist der Behälter gefüllt, so öffnet man den Schieber und die Gerste rinnt allgemach nach dem Abflußrohr h zu.

§. 3.

Zur Arbeit wird der Quellstock bis zu einer gewissen Höhe mit Wasser von gewöhnlicher Temperatur gefüllt und die zu malzende Gerstenmenge durch Oeffnen des Schiebers auf dem Speicher hinzugelassen, während mit Harken oder Krücken gut umgerührt wird — theils um die Oberfläche der Gerste zu ebnen, theils um die leichten Körner zum Schwimmen zu bringen. Das Verhältniß zwischen Gerste und Wasser muß so gewählt werden, daß die Körner beständig mit einer 1 bis 1½ Decimeter hohen Wasserschicht bedeckt sind.

Nach öfterm Umrühren sind die tauben Körner schwimmend geworden und werden sammt dem Staub und Schmutz nach einigen Stunden der Ruhe mit Wannen (aus Weiden geflochten) abgeschöpft (Abschöpfgerste, Abschwemmlinge), — man verbraucht sie als Viehfutter*). Manche schwimmende Körner aber werden nur

*) Man kann annehmen, daß durchschnittlich ½ Procent der Gerste (dem Maaß nach) als Abschöpfgerste ausfällt.

durch Luftblasen oben erhalten und sinken zu Boden, wenn man sie untertaucht, was alle halbe Stunden einigemal geschehen muß.

Während des Verkehrs der Gerste und des Wassers entspinnt sich nun folgender Stoffwechsel.

Das Einweichen entzieht dem Korne eine Portion seiner löslichen Bestandtheile, wenn es längere Zeit fortgesetzt wird. Wir wollen uns den dabei stattfindenden Angriff des Wassers in verschiedenen Zeitabschnitten betrachten.

Zu Anfang müssen natürlich die löslichen Bestandtheile der Hülse herhalten und hier sind es namentlich die sogenannten Extraktivstoffe (I. §. 177), welche fortgeführt werden. Solche Extraktivstoff-Lösungen aber verändern an der Luft alsbald ihre Natur, sie lassen einen dunkelgefärbten Bodensatz fallen, der, wenn man ihn getrocknet hat, die Luftfeuchtigkeit sehr schnell wieder anzieht und dann einen ausgezeichneten Boden für Schimmelpflanzen abgiebt. Diese Umänderung der aufgelösten Extraktivstoffe beobachten wir auch an unsern Quellcisternen, in denen namentlich das erste, stark gelb gefärbte Wasser alsbald einen in Farben schillernden Ueberzug bekommt, den man abnehmen muß, damit er sich nicht an die Oberfläche der Körner anhängt, wodurch später beim Keimen Veranlassung zur Schimmelbildung oder beim Lagern zu einem widrigen Geruch gegeben wird. — Um diesen Mißständen gründlich vorzubeugen, ist es rathsam,

> das erste Wasser **recht bald** (besonders bei warmem Wetter!) durch frisches zu ersetzen.

Das Weichwasser (namentlich das zuerst abfließende) schäumt beim Ablassen, — theils in Folge der sogenannten Extraktivstoffe, theils weil auch etwas Pflanzeneiweiß und Dextrin aus dem Korn aufgelöst sind.

In den spätern Perioden des Weichens kommt aber namentlich der Inhalt des Korns an die Reihe, wobei Verluste an nutzbarer Substanz unvermeidlich sind. Das Wasser entzieht nämlich dem Korne Aschenbestandtheile (Salze), Dextrin und lösliche Eiweißstoffe (vergl. §. 9).

Beschränkte sich der Verlust lediglich auf die Aschenbestandtheile, so wäre er zu verschmerzen, ja er wäre sogar wünschenswerth. Ein größerer Gehalt an Salzen erkräftigt das Wachsthum des Keims, veranlaßt also die Entstehung einer größern Menge

Zellstoff, wodurch ein größerer Verlust an nutzbarer Substanz erwächst.

Störend bleibt immer die Auswanderung des Dextrins und der Eiweißstoffe. Und deshalb verdient das weiter unten (§. 8) erörterte Verfahren zum Einquellen, wobei diese Verluste **vermieden** werden, den Vorzug.

§. 4.

Auch die Temperatur des Weichwassers muß niedrig genug gehalten werden, weil sich sonst selbst im Korn etwas Milchsäure bildet, und diese vermag selbst die im reinen Wasser unlöslichen Eiweißstoffe (namentlich das Glutin) aufzulösen und ins Weichwasser überzuführen, — also ein weiterer Verlust an nutzbarer Substanz.

Ließe man endlich die Einwirkung des Wassers zu lange Zeit andauern, so würden sich die das Stärkemehl einschließenden Zellen (s. I. §. 227) bis zum Zerplatzen vollsaugen und der Inhalt derselben als Milchsaft hervortreten. Nach dieser Verwüstung der Mutterzellen ist von einer Keimbildung keine Rede mehr.

§. 5.

Hiernach stellen sich für die gewöhnliche Weichmethode folgende Regeln fest.

1) Die Temperatur des Weichwassers darf 13° nicht übersteigen.

2) Das erste Wasser wird alsbald (nach 6 bis 8 Stunden) abgelassen; es wird überhaupt so lange frisches Weichwasser gegeben, bis es beim Ablassen nicht mehr trüb' erscheint.

3) Das Einweichen wird sofort unterbrochen, sobald das Korn „quellreif" ist. Zur Beurtheilung der Quellreife sind verschiedene Kennzeichen im Gebrauch, zu deren Feststellung man sich aber nicht auf ein einzelnes Korn verlassen darf, sondern mehrere Körner prüfen muß. Es sind folgende:

a) das Korn hinterläßt über ein Bret gestrichen eine weiße Spur wie Kreide, —

b) das Korn läßt sich über den Nagel biegen, ohne daß es bricht, —

c) das Korn läßt beim Druck zwischen Daumen und Zeigefinger den Inhalt fahren, d. h. das Korn öffnet sich an dem Ende, wo der Wurzelkeim hervortreten soll, und die Hülse springt auf; — die

Spitzen des Korns stechen nicht mehr, sondern biegen sich dabei leicht um; —

d) wird das Korn der Länge nach mit einem Messer durchschnitten, so muß es gleichmäßig genäßt erscheinen, ohne aber teigig oder gar schmierig zu sein.

Jedenfalls ist es besser, etwas zu wenig, als zuviel einzuweichen. Ein Korn, welches den Inhalt in Form eines Milchsaftes fahren läßt, ist für die Mälzerei verdorben.

Wie lange Zeit zum Einquellen erforderlich ist, das hängt von verschiedenen Umständen ab. Solche sind

1) die Art der Gerste; — sechszeilige Gerste braucht weniger als zweizeilige.

2) Die chemische Zusammensetzung des Korns der Gerste; — eine Gerste, die reich ist an Stärkemehl, braucht weniger Zeit zum Einquellen als eine solche, die auf stark gedüngtem Boden gewachsen ist und viel Eiweißstoffe enthält. Drum suche man nur Gerste von gleichem Boden zusammen zu verarbeiten.

3) Das Alter der Gerste kommt ebenwol sehr in Anbetracht. Neue Gerste weicht langsamer als alte. Drum strebe man, nur Gerste von gleichem Alter zusammen in den Quellstock zu bringen, wenn man auf gleichmäßiges Weichen und gleichmäßiges Keimen rechnen will.

4) Die Reinheit des Wassers. Je weicher das Wasser ist, desto schneller wird es vom Korn aufgesogen. In hartem Wasser nimmt das Einquellen längere Zeit in Anspruch, übrigens aber unbeschadet dem nachfolgenden Keimprozeß.

5) Auch die Temperatur des Wassers und des Lokals ist von großem Einfluß, — je höher dieselbe, um so kürzer die Weichzeit.

§. 6.

In England hat der Umstand, daß die Besteuerung des Bieres nach dem Raume bemessen wird, den die gequellte Gerste einnimmt, eine eigenthümliche Art des Einweichens hervorgerufen. Die geweichte Gerste kommt aus dem Weichwasser in einen kubischen Raum, der aus Holzbohlen zusammengesetzt ist und couch genannt wird. Dort wird sie sorgfältig geebnet und es ist nicht erlaubt, sie während einer Periode von 24 Stunden (in den Monaten Mai bis

September) oder von 26 Stunden (in der übrigen Jahreszeit) zu berühren. Dann erst stellt der Steuerbeamte den kubischen Inhalt fest.

Während dieser Zeit wird die Feuchtigkeit, welche der Oberfläche der Gerstenkörner anhing, von denselben noch aufgesogen, — sie benetzen dann die Hand nicht mehr.

Auch in andern Ländern hat man dieses Verfahren — dem man in England durchaus keinen Einfluß auf den Malzprozeß zuschreibt — mehrfach nachgeahmt und es die „Nachweiche" genannt. Man ist mit den Erfolgen derselben sehr zufrieden.

Sicher ist, daß man auf diesem Wege den Nachtheilen des zu lange fortgesetzten Einquellens am leichtesten vorbeugt, weil die Gerste schon in die Nachweiche kommt, ehe sie die Kennzeichen der vollkommnen Quellreife hat; — die der Oberfläche der Körner anhaftende Feuchtigkeit reicht hin zur Vollendung der Quellreife in der Nachweiche.

§. 7.

Ein Verfahren, welches den Nachtheilen des langen Einquellens gründlich begegnet, ist das nachstehende, welches (soviel mir bekannt) zuerst von Balling empfohlen wurde.

Die Gerste wird nur so lange eingeweicht, als die Einwirkung des Wassers auf den größten Theil des Extraktivstoffs der Hülse gerichtet ist (etwa 12 Stunden); dann läßt man das gefärbte Wasser weg, spült die Gerste mit frischem Wasser ab und setzt sie auf der Malztenne in flache Haufen (von etwa 2 bis 3 Decimeter Höhe). Diese werden unter sorgfältigem Umschaufeln alle Stunden vermittelst einer Gießkanne mit Wasser besprengt, und zwar so lange, bis der erforderliche Grad des Aufquellens erreicht ist.

Es wurde gegen dieses Verfahren der Einwurf erhoben, daß „der geringe Gewinn an nutzbaren Substanzen die behutsame Arbeit, um nicht ein ungleichmäßiges Quellen, hiermit auch ungleiches Keimen zu erzielen, nicht deckt." Daß dieser Einwurf indessen bei den Praktikern nicht eingeschlagen hat, ersieht man aus der zunehmenden Verbreitung, welche das Verfahren in Deutschland und in Belgien gewonnen hat.

§. 8.

Charakteristisch ist ein in Böhmen gebräuchliches Weichverfahren, wobei die 24 Stunden lang eingequellte Gerste auf der Malztenne in einen etwa $1^1/_2$ Meter hohen kegelförmigen Haufen gesetzt wird. Alle

$^3/_4$ Stunden wird dieser Haufen mit kaltem Wasser benetzt und tüchtig durch einander gearbeitet.

Mittlerweile war der Quellstock gesäubert, mit frischem Wasser gefüllt und mit einer zweiten Portion Gerste beschickt, welche nach 24 Stunden — wie oben — auf die Tenne gebracht wird.

Die bis dahin (also etwa 22 bis 23 Stunden lang) auf der Tenne gelegene erste Gerstenportion wird nun wieder in den Quellstock gebracht und unter Wasser gesetzt, wo sie in 6 bis 8 Stunden ausreichende Quellreife erlangt.

Auf diese Weise wird abgewechselt, so daß für jede fertig gewordene Doppelweiche eine neue Portion Gerste in Arbeit genommen wird.

§. 9.

Endlich noch muß ich eine Weichmethode erwähnen, welche neuerdings wieder ihre Vertheidiger gefunden hat.

Paupie, ein böhmischer Bierbrauer und Schriftsteller über Bierbrauerei, empfahl gegen Ende des vorigen Jahrhunderts einen ununterbrochenen Ab- und Zufluß des Weichwassers als sehr vortheilhaft. Und es liegt auch auf der Hand, daß alle Nachtheile, welche durch die Zersetzung der aus dem Korn in das Weichwasser übergegangenen löslichen Substanzen hervorgerufen werden, hier beseitigt sind.

Ingenieur Chatelain und Volier (Direktor der großen Brauerei du Luxembourg in Paris) bringen in ihrem Werke „Maltage pratique“ ähnliche Erfahrungen, die ich ausführlicher hersetze, weil sie — wenn sie im vollen Umfange des Worts Bestätigung finden*) — zu einem wichtigen Gesetz führen und dem Brauer eine gute Wehr und Waffe liefern würden gegen das Ueberschreiten der Quellreife. Es heißt dort:

„Die Routiniers wenden vor, man könne das Korn durch zu langes Weichen ersäufen; aber es giebt ja in der Natur Regen, der eine Woche lang anhält, — das Korn ist unaufhörlich 6 bis 8 Tage lang eingeweicht und es ist doch nicht ersäuft. — — Das Korn im Quellstock lebt weniger durch das bloße Wasser, — es muß vielmehr die im Wasser enthaltene Luft aufsaugen; ein Wasser ohne Luft

*) Die Ungunst der Verhältnisse versagt mir zur Zeit, einen dahin abzweckenden Versuch anzustellen.

tödtet das Korn*). Das Korn stirbt und verschimmelt auf der Keimtenne und dann sagen die Routiniers, es sei zu lange geweicht gewesen.

„Nein, das Korn kann durch Wasser nicht ersäuft werden. Wir ließen Getreide einen ganzen Monat lang unter einem dünnen Strahl stets laufenden Seine-Wassers weichen, — in einem kleinen Siebe war es unter einem Wasserhahn placirt. Nach einem Monat ließen wir es keimen und erzielten ein ganz vortreffliches Malz. Das Einweichen kann also nicht zu lange fortgesetzt werden, wenn die übrigen Bedingungen erfüllt sind."

Hierzu wären nun wol Bemerkungen zu machen. Ein Korn, welches sich

a) auf einem Siebe unter einem Wasserstrahl befindet, steht unter andern Verhältnissen als ein Korn, das

b) im Quellstock unter dem steten Zu- und Abfluß von Wasser weicht (nach Paupie).

Bei a) bewegt sich das Wasser mit der größten Geschwindigkeit an dem Korn vorüber und es muß sogar ein größerer Zeitraum erforderlich sein, um das Korn mit Feuchtigkeit zu sättigen, wornach es unter diesen Verhältnissen nichts mehr aufnehmen kann; —

bei b) dagegen zieht das Wasser langsamer am Korn vorüber und — da zu jeder Vereinigung von Stoffen oder zu jedem Stoffwechsel **Zeit** nothwendig ist — so wird das Korn in kürzerer Frist mit Wasser gesättigt sein. Und bei noch größerer Ruhe im Wasser — wie sie

c) das Korn im mit Wasser gefüllten Quellstock nach gewöhnlicher Art genießt, wird die genügende Quellreife in kürzester Zeit erreicht sein.

Befinden sich diese Annahmen mit den Thatsachen, wie sie von Chatelain und Volier erzählt sind, im Einklang, so sollte man — um den Schaden einer Ueberschreitung der Quellreife abzuwehren — das nahebei quellreife Getreide aus dem Quellstock entfernen und in einem siebartigen Reservoir so lange einem hoch herabfallenden Wasserregen aussetzen, bis man es der Wachstenne überliefern will.

Die Herren Chatelain und Volier haben aber, gestützt auf die

*) Dagegen ist zu erinnern, daß durch das Einquellen der Samen in Jauche (Samenbeize), die doch keine Luft enthält, das Keimen befördert wird.

obigen Erfahrungen, folgendes von ihnen angewendete Malzverfahren konstruirt.

Sie lassen das Wasser sechs Stunden lang durch den mit Gerste beschickten Quellstock fließen. Dann wird der Quellstock geleert und die Gerste wird drei- bis viermal gewendet in freier Luft und in vollem Licht, um die miasmatischen Theile, welche sich gebildet haben könnten, zu zerstören. Dann beginnt die Bearbeitung der Haufen bei Absperrung des Lichtes und unter Aufspritzung des nöthigen Wassers mit einer Gießkanne u. s. w.

Ich habe französische Brauer gesprochen, welche sich nicht zu erklären wußten, warum im Eingange gegen die Angst vor dem Ersäufen des Korns gepredigt und hintennach dennoch mit großer Aengstlichkeit das Korn, lange bevor es quellreif geworden ist, aus der Taufe gehoben und auf der Wachstenne mit dem noch fehlenden Wasser angespritzt wird. Offen gestanden, kann auch ich nicht begreifen, weshalb die Herren nicht die weitgreifenden Konsequenzen ihres Fundamental-Versuchs ziehen.

§. 10.

Mag man nun das Einquellen nach der einen oder andern Methode bewirkt haben, so stellt sich heraus, daß mit dem Eintritt der Quellreife 40 bis 50 Procent (vom Gewichte der Gerste) an Wasser aufgesogen sind. Die schlechteste Gerste, d. h. die schwächsten Körner, nimmt stets am meisten Wasser auf.

Dabei nimmt natürlich auch der Raum der Körnermasse zu, diese Volumvergrößerung geht indessen nicht über $^1/_5$ des ursprünglichen Raumes hinaus.

Den Gewichtsverlust, welchen die Gerste durch das Einquellen erleidet, kann man auf 1½ bis 2 Procent veranschlagen. Dickhülsige Gerste giebt mehr Extraktivstoffe an das Weichwasser ab als dünnhülsige, — deshalb wird auch das Weichwasser von der dickhülsigern sechszeiligen Gerste dunkler gelb gefärbt als von der gemeinen zweizeiligen. — Mulder hat, um den Einfluß des Wassers bei dem Einweichen der Gerste in seinem ganzen Verlauf zu verfolgen, folgenden Versuch gemacht (s. dessen Chemie des Bieres, S. 117). Gerste wurde eine halbe Stunde in reinem Wasser gelassen, letzteres dann entfernt, durch frisches ersetzt und die Gerste 20 Stunden damit in Berührung gelassen. Beim Verdampfen des Weichwassers blieb ein fester Rückstand von 0.57 Procent der Gerste, von dunkelbrauner

Farbe, hygroskopischer*) Beschaffenheit und zum Theil in Wasser löslich. Bei Verbrennen des Rückstandes hinterblieben 14 Procent Asche, — woraus ersichtlich ist, daß das zum Einweichen der Gerste verwendete Wasser eine verhältnißmäßig **große** Menge löslicher Salze auszieht.

Zweiter Abschnitt.

Das Wachsen.

---

§. 11.

Das quellreife Korn soll nun zum Keimen gebracht werden. Der dabei vorgehende chemische Proceß ist als „Zellstoffgährung" (s. I. §. 179) bereits erörtert. Zwei Punkte sind es, welche der Praktiker hierbei im Auge behalten muß: 1) die Menge der löslich gewordenen Eiweißstoffe soll so groß wie möglich werden, weil diese die Triebfeder der Glykose-Gährung (s. I. §. 183) sind, — die „Kraft" des Malzes ist bedingt durch die Menge der darin enthaltenen löslichen Eiweißstoffe (sog. Diastas); 2) der unvermeidliche Verlust an nutzbarer Substanz soll auf den geringsten Satz heruntergebracht werden.

Zur Erreichung des ersten dieser Ziele hat man auf die Entwickelung des Blattkeims zu achten; nur so weit, wie der Mehlkörper des Korns vom fortschiebenden Blattkeim bestrichen wird**), geht auch die theilweise Umwandelung des Elastins (I. §. 151) in lösliche Formen vor (I. §. 149). Diesen Blattkeim also muß man sich bis nahe zum Durchbruch entwickeln lassen.

Der Verlust an nutzbarer Substanz findet hauptsächlich in der Entwickelung des Wurzelkeims seinen Ausdruck. Selbstverständ-

*) „Hygroskopisch" heißt: die Feuchtigkeit leicht anziehend.

**) Beim Weizen erscheint bekanntlich der Blattkeim auf derselben Seite, wo sich auch der Wurzelkeim entwickelt hat; der Mehlkörper des Korns stand nur zum kleinern Theil unter dem Einfluß des Blattkeims. Deshalb ist auch die verzuckernde Kraft des Weizenmalzes geringer als die des Gersten- und Hafermalzes.

nn

nn nn n

lich muß man also die übermäßige Entwickelung des Wurzelkeims vermeiden.

Durch welche Mittel nun diese Zwecke erreicht werden, das werden wir bei der Besprechung der Malzarbeit erkennen.

§. 12.

Ehedenn die geweichte Gerste auf die Malztenne gebracht wird, säubern manche sorgsame Mälzer noch dieselbe von dem schleimigen Ueberzuge, welcher sich namentlich bei warmem Wetter auf der Hülse der Körner abgesetzt hat. Das Weichwasser wird ab- und frisches Wasser in die Cisterne gelassen, worin die Gerste vermittelst abgestumpfter Besen verarbeitet und dadurch abgewaschen wird, worauf man das Wasser gleich abfließen läßt.

Dann wird die Gerste auf die Malztenne geworfen, wo die Keimbildung vom Stapel gelassen werden soll. Um aber diesem Proceß einen gleichmäßigen Verlauf angedeihen zu lassen, ist es nöthig, daß die Körner gleiche Temperatur und gleichen Feuchtigkeitsgrad besitzen.

Dieser Zweck soll durch das „Haufenwidern" erreicht werden, wobei die wärmern Körner des Innern nach Außen und die abgetrockneten Körner von der Oberfläche wieder ins Innere kommen. Es ist selbstverständlich, daß die Unterlage, auf welcher die Gerstenkörner keimen sollen, diesem Zweck in die Arme arbeiten muß, — die Malztenne muß so vorgerichtet sein, daß sie keinen Temperaturwechseln ausgesetzt ist und nichts von der so nothwendigen Feuchtigkeit entkommen läßt.

§. 13.

Bei Herrichtung einer Malztenne sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

1) Dieselbe muß mit Steinen gepflastert sein, welche keine Feuchtigkeit aufsaugen, damit der Gerste ihr Wassergehalt unverkürzt verbleibt. Ein längst bewährtes vortreffliches Malztennen-Pflaster bieten die geschliffenen Kalksteinplatten*) von Solenhofen (in Bayern); — neuerdings fanden die geschliffenen Cementsteine von Sadé und Pönsgen in Düsseldorf mit Recht und zur vollen Zufrie-

*) Dieser Stein ist so dicht, daß er — nach vollkommner Austrocknung — durch längeres Liegen im Wasser kaum ein Procent Wasser aufnimmt und fest zurückhält; ein weiteres Eindringen von Wasser und ein Aufsaugen desselben von feuchten Gegenständen tritt dann nicht mehr ein.

denheit Anwendung zu gleichem Zweck. Eine Tenne von gebrannten Thonsteinen oder porösen Sandsteinplatten taugt nichts, weil diese Materialien leicht und viel Feuchtigkeit aufsaugen und die darauf lagernde Gerste austrocknen.

2) Die Pflasterung muß auf einem möglichst gleichförmigen Untergrund von grobem Kies geschehen, damit die Wärmeleitungsfähigkeit überall dieselbe ist und kein ungleiches Keimen der Körner erfolgt.

3) Um einem Temperaturwechsel vorzubeugen, pflegt man die Bodenwärme zu benutzen und die Tenne etwa 2 Meter tief in den Boden zu versenken.

4) Da aber der Keimproceß von einer Kohlensäure-Entwickelung begleitet ist, deren Ansammlung nicht allein das Athmen erschwert, sondern auch den weitern Verlauf des Keimprocesses hemmt (s. I. §. 179), so muß für Beseitigung der Kohlensäure und für den Zutritt frischer, reiner Luft gesorgt werden. Durch Ventilation ist dieser Zweck leicht zu erreichen (s. II. §. 33). Dabei hat man aber die Vorsicht zu gebrauchen, daß die zutretende Luft nicht aus der freien Luft direkt in den Malzkeller gelangt (wodurch die Temperatur desselben im Winter zu sehr abgekühlt und im Sommer unliebsam erhöht wird), — man lasse sie vielmehr aus einem Raume zutreten, dessen Temperatur mit der im Malzkeller (12 bis 15°) ungefähr zusammenfällt.

5) Die Fenster des Kellers müssen von Innen durch Laden geschlossen werden können, um das Licht zu mäßigen, weil zu große Helligkeit den Keimproceß zu sehr beschleunigen würde.

6) Der Keller soll wo möglich gewölbt sein, damit die an der Decke sich ansammelnde Feuchtigkeit nicht auf den Malzhaufen herabtropfen kann, sondern an den Wänden herabrinnen muß.

7) Die Ausdehnung betreffend, so ist es vorzuziehen, den gesammten Flächenraum einer Wachstenne nicht in einem Keller zu vereinigen, sondern mehrere Abtheilungen zu bilden, wodurch man die für die einzelnen Malzhaufen nöthige Temperatur und den Luftwechsel besser reguliren kann.

Soviel über die Einrichtung der Malztenne. Ausdrücklich bemerkt muß noch werden, daß man auch hier die Aufrechterhaltung der Reinlichkeit zum obersten Grundsatz machen muß. Stellt sich einmal der Geruch von (zertretenen) fauligen Körnern ein, so muß jedenfalls augenblicklich zum Aufwaschen geschritten werden.

§. 14.

Die Art und Weise nun, wie die quellreife Gerste auf der Tenne zum „Wachsen" gebracht wird, ist in den verschiedenen Landen ziemlich verschieden, — je nachdem man entweder den Wurzelkeim oder den Blattkeim mehr zur Entwicklung bringen will.

Hält man die Temperatur beim Keimen hoch, so schießt der Wurzelkeim rasch und lang hervor, wogegen bei niedriger Temperatur vorzugsweise der Blattkeim Fortschritte macht.

Die letztere Methode, der wir aus erwähnten Gründen unbedingt den Vorzug einräumen müssen, ist die in England und Schottland allgemein befolgte, — in Deutschland hat sie sich viel Anhänger erworben, die dem auf „kalten Schweiß" gearbeiteten Malze den Vorrang zugestehen. Sie werde deshalb auch zuerst besprochen.

§. 15.

Ob man die quellreife Gerste Anfangs in Haufen von 1 Decimeter Höhe setzt oder solche 2, 3 oder 4 Decimeter hoch macht, — das ist ziemlich gleichgültig; denn sie bleibt in diesen Haufen nur liegen, um die Aufsaugung der der Oberfläche der Körner anhängenden Feuchtigkeit abzuwarten. Theils auch verdunstet diese anhängende Feuchtigkeit und kühlt dadurch den Haufen, so daß (namentlich bei niedrigern Haufen) keine Erhöhung der Temperatur wahrnehmbar ist. Die Körner befeuchten die Hand nicht mehr.

Je nachdem nun der Haufen mehr oder weniger flach gesetzt ist, tritt später oder früher auch eine Steigerung der Temperatur ein. Die flacheren Haufen besitzen mehr Oberfläche als die höhern (s. S. 7 u. 8) und werden deshalb auch durch die Kellerluft kühler erhalten.

Diese Temperatursteigerung ist Folge des im Korn beginnenden chemischen Processes, wobei zunächst der Sauerstoff der atmosphärischen Luft sich mit einem Theil des Kohlenstoffs im Mehlkörper zu Kohlensäure verbindet. Solche Verbindung des Kohlenstoffs ist — ebenso wie beim Verbrennungsproceß — stets mit einer Wärme-Ausscheidung verbunden. Eine Steigerung der Temperatur um etwa 5° ist zu Anfang erwünscht, weil dadurch das gleichzeitige Keimen der Körner gefördert wird.

Unter dem fortwährenden Einfluß der höhern Temperatur aber würde (ebenso wie auf dem Mistbeet der Gärtner)

die *Fortentwickelung* des *Keims* — *und zwar besonders* des *Wurzelkeims* — **beschleunigt** werden.

Um diesem Vorherrschen des *unnützen Wurzelkeims* auf Kosten des *nützlichen Blattkeims* vorzubeugen, schreitet man zu einer *Abwiegelung der Temperatur* durch's „*Haufenwidern*“.

§. 16.

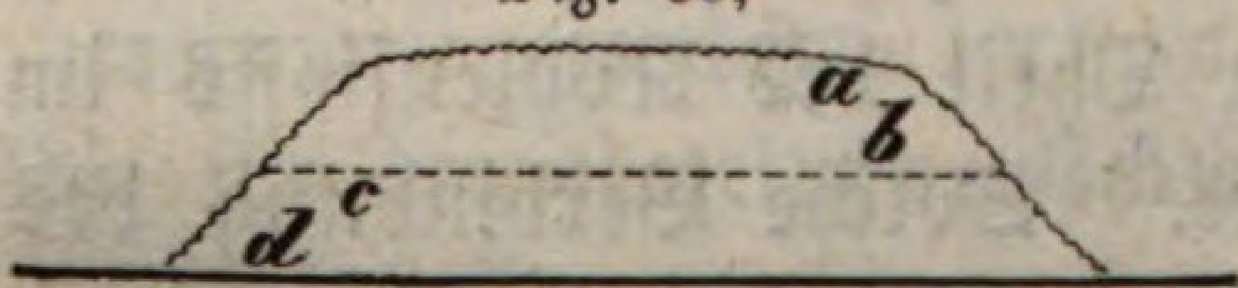
Zeigt der Haufen eine Zunahme der Temperatur, wobei die in denselben gesteckte Hand feucht wird (was man das „Schwitzen des Haufens“ nennt und wobei sich ein obstähnlicher Geruch entwickelt), — bemerkt man ferner das Hervortreten der gelblich- oder grünlich-weißen Spitzen des Wurzelkeims (wobei die sechszeilige Gerste selten mehr als drei, die zweizeilige aber fünf bis sechs Fasern schiebt), die sehr rasch fortwachsen würden: dann ist es an der Zeit, den Haufen umzustürzen und auf der Tenne *dünner*, aber immer *möglichst gleichförmig* auszubreiten.

Diese *flachern* Haufen bieten nun der Luft zwar viel *Oberfläche* dar zur Abkühlung, allein es würden auch alsbald die an der Oberfläche liegenden Körner zu viel Feuchtigkeit verlieren und „sparre“ werden. Es müssen deshalb beim Wenden die Körner von der Oberfläche ins Innere des neu aufzusetzenden Haufens gebracht werden und umgekehrt.

Die dazu nöthige Arbeit läßt sich nur *praktisch* erlernen, — zur Erläuterung diene indessen Folgendes:

Man beginnt die Arbeit damit, daß der Haufen „*aufgestochen*“ wird, d. h. die äußeren Schichten des Haufens werden ringsum 7 bis 8 Centimeter tief mit der Schaufel abgenommen und auf der Oberfläche des Haufens aufgetragen. Nun schreitet man zum *Umarbeiten auf zwei Stiche*.

Fig. 58,



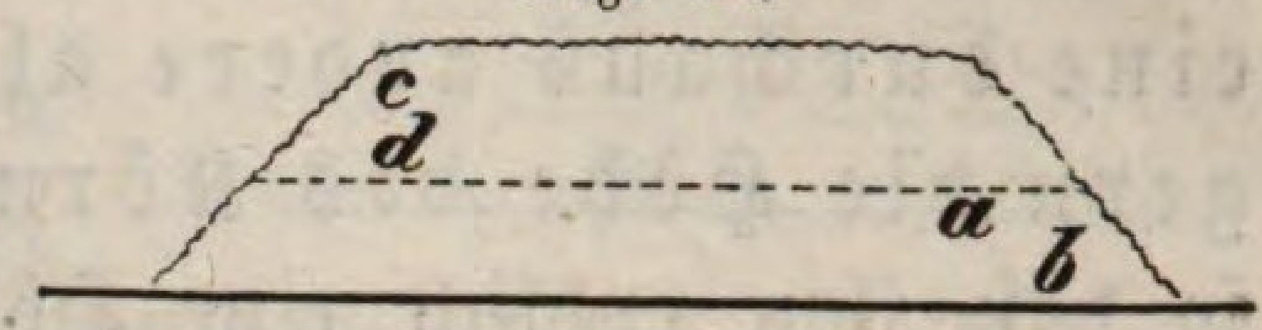
Dabei wird die obere Schicht a b Fig. 58 abgestochen und im neu anzulegenden Haufen zu *unterst* gelegt, so daß b auf den Boden zu liegen kommt. Dann geht's an die zweite Schicht c d, welche dem neuen Haufen nun aufgethürmt wird. Die Schichtenfolge zeigt sich im neuen Haufen nun wie in Fig. 59.

Die jetzt unten liegende Schicht a b wird nun das Asyl für die beim Keimen gebildete Kohlensäure, wodurch der atmosphärischen Luft

der Zutritt etwas versperrt ist. Deshalb läßt man beim fernern Umwenden jedesmal den untern (oder zweiten) Stich „fliegen", d. h. man wirft die Gerste höher, um die Kohlensäure daraus zu vertreiben.

Sonstige praktische Regeln beim Haufenwidern sind noch:

Fig. 59.



1) Der Boden der Malztenne außerhalb des neuen Haufens muß stets frei von Körnern sein (es soll „reine Gasse gehalten" werden); die liegen gebliebenen Körner werden leicht zertreten und gerathen dann in Fäulniß, — verderben die Luft und können eine Milchsäure-Gährung (I. §. 201) in den Haufen bringen. Um dem Zertreten der liegen gebliebenen Körner vorzubeugen, sollen die Arbeiter Filzschuhe tragen.

2) Der Haufen soll nicht an einer Seitenwand der Tenne anliegen, weil dadurch eine noch größere Ungleichheit in der Temperatur herbeigeführt wird.

3) Der Haufen muß in der Mitte etwas weniger hoch sein als an den Seiten, weil in der Mitte die Temperatursteigerung am größten ist.

4) Zeigt sich — namentlich nach zu geringem Einweichen — das Korn zu trocken, um gut fortkeimen zu können, so muß der Haufen mit einer Gießkanne angespritzt werden.

§. 17.

Wie oft soll gewidert werden? — Sobald die Temperatur im Haufen so hoch gestiegen ist, daß die Abkühlung nothwendig erscheint. Dabei ist es ein Erfahrungssatz, daß, *je geringer die Qualität der Gerste ist, um so niedriger muß auch die Temperatur gehalten werden*; — jede übermäßige Temperatur-Erhöhung hat einen *größern Verlust an nutzbarer Substanz* im Gefolge, und den kann ein *armes* Korn *nicht gut vertragen*.

Wie hoch darf also die Temperatur im Haufen steigen?

Die Praxis derjenigen Mälzer, welche auf „kalten Schweiß" arbeiten, geht darin nur wenig auseinander; — die Engländer halten die Temperatur auf durchschnittlich 17° und bedürfen dann 14 Tage für das Keimen der Körner, in Schottland dagegen wird der Malzhaufen auf nur 13° gehalten und in 16 bis 20 Tagen zu Ende geführt. Soviel Zeit und Arbeit aber pflegt man in andern Landen nicht auf diese Operation zu verwenden: man führt deshalb den

Haufen bei etwas höherer Temperatur in etwas kürzerer Zeit zum Ziele.

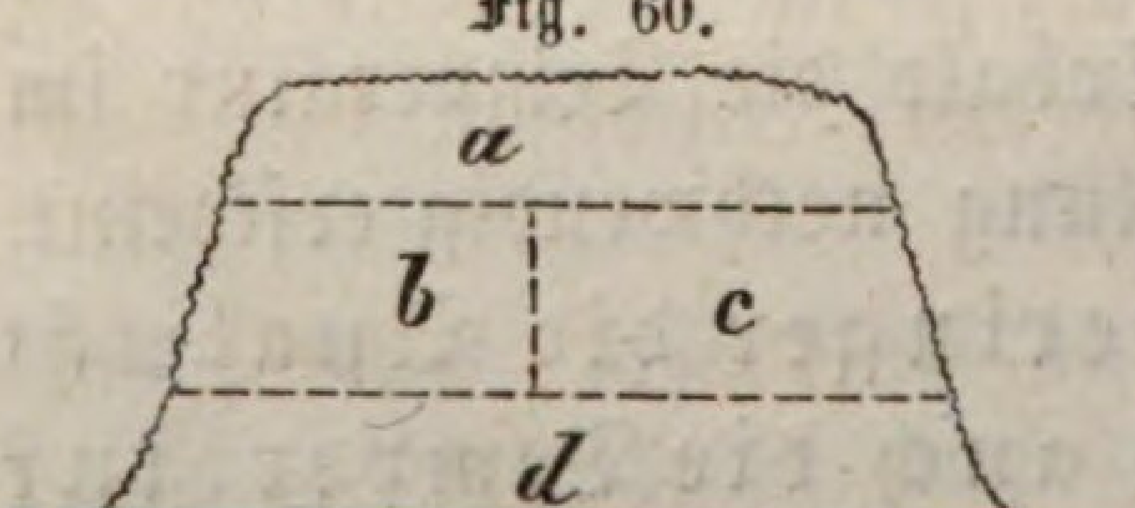
In der Periode nun, wo sich die Wurzelfäserchen an allen Körnern zeigen (die Gerste „spitzt" oder „sticht"), ist die Praxis der auf „kalten Schweiß" arbeitenden Mälzer eine durchaus andere als die gewöhnliche. Jene verringern die Höhe des Körnerhaufens bei jedem Umwenden, so daß ihm endlich eine Höhe von kaum 1 Decimeter bleibt. Bei der gewöhnlichen Methode aber — auf „warmen Schweiß" — wird der Haufen in dieser Periode zusammengesetzt, d. h. dicker gemacht.

§. 18.

Bei diesem letztern Verfahren nun wird der Haufen, sobald sich die Wurzelfasern zu etwa $^1/_3$ der Länge des Korns entwickelt haben, zu einem Haufen von 2 bis 3 Decimeter Höhe (je niedriger die Temperatur, desto höher der Haufen) zusammengesetzt. So läßt man den Haufen ruhen, bis ein hineingestecktes Thermometer eine Temperatur von 20—22^0 zeigt. Fährt man in dieser Periode mit der flachen Hand über den Haufen, so fühlt er sich thauartig befeuchtet an.

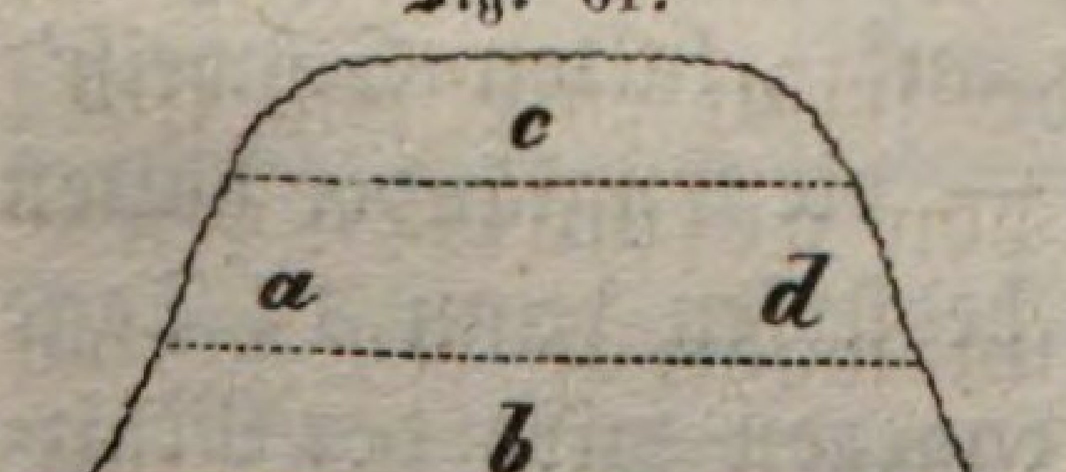
Ist dieser Zeitpunkt eingetreten, so wird der Haufen mit drei Stichen gewendet.

Fig. 60.



Meistens führt man das Wenden auf drei Stiche in folgender Weise durch. Der erste obere Stich a (Fig. 60) wird bei Seite gelegt und kommt später in die Mitte des neuen Haufens. Der zweite mittlere Stich bc wird gesprengt, so daß ein Theil desselben auf den Boden und der Rest zu oberst zu liegen kommt. Der dritte oder untere Stich d muß in die Mitte des neuen Haufens kommen, der neue Haufen zeigt dann die Anordnung wie Fig. 61.

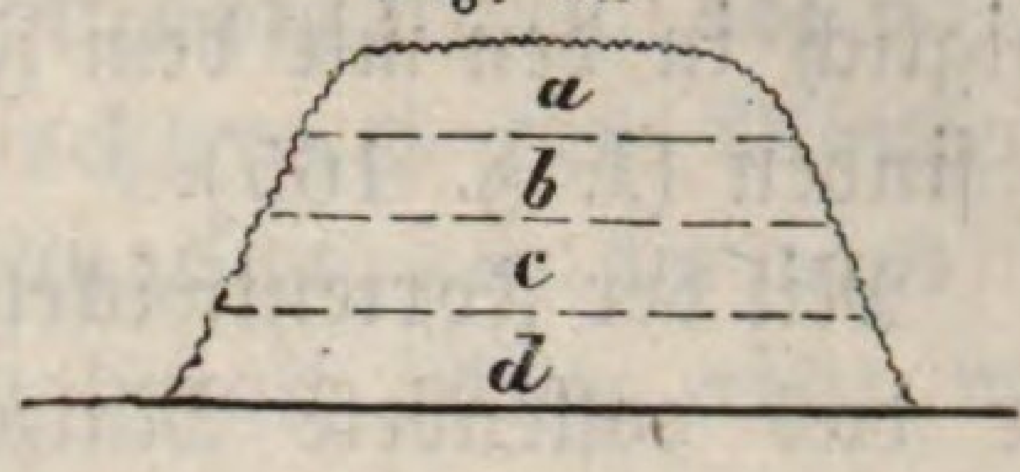
Fig. 61.



Oder man kann auch wie folgt verfahren. Es werden zuerst die Schichten an der Oberfläche (welche am meisten abgekühlt sind) abgenommen, um sie in die Mitte des neuen Haufens zu bringen. Dann wird die Schicht a Fig. 62 abgenommen und bei Seite gelegt, dann kommt die Schicht b

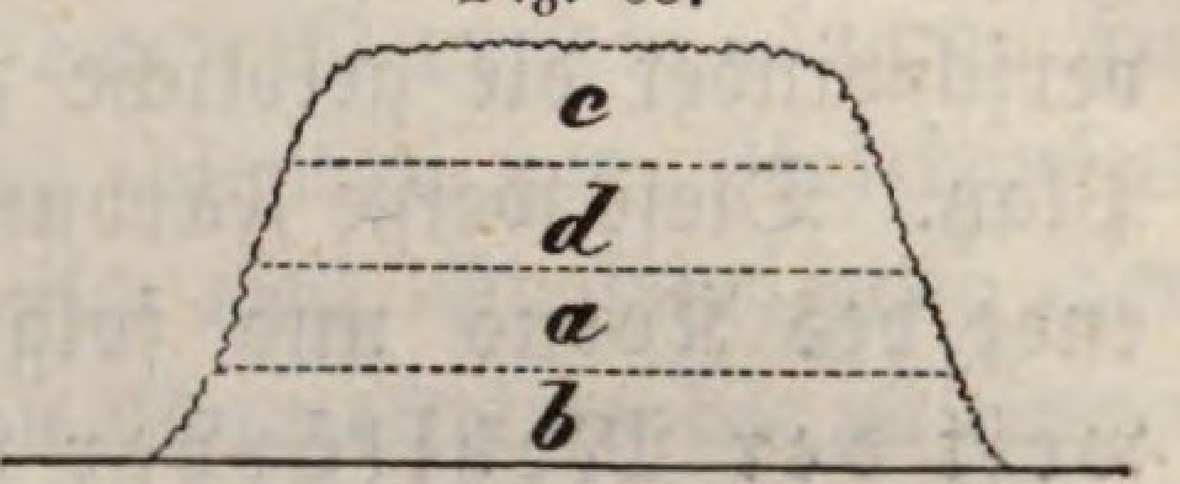
im neuen Haufen zu unterst und die Schicht a darauf. Die Schicht c wird wieder bei Seite gelegt, die Schicht d kommt auf den neuen Haufen zu liegen und wird schließlich mit der Schicht c bedeckt. Dann ist die Reihenfolge im neuen Haufen wie in Fig. 63.

Fig. 62.



Auf diese Weise wird der Haufen drei- oder viermal umgearbeitet und bei jedem Wenden etwas weniger hoch gemacht, so daß er zuletzt kaum 1 Decimeter Höhe besitzt. Man nennt diese Operation „den Haufen in kalten Schweiß arbeiten."

Fig. 63.



Mit Recht muß man sich fragen: Da man zuerst durch das Zusammensetzen des Haufens die Temperatur desselben steigert, um sie durch das „auf kalten Schweiß Arbeiten" wieder herunter zu drücken, — welchen Zweck hat dieses Wechseln der Temperatur? —

Da die Engländer und Schotten diese Begünstigung einer Steigerung der Temperatur nicht gestatten und dennoch ein vortreffliches, kräftiges Malz erzielen, so muß man die Arbeit des Haufenzusammensetzens und Umarbeitens auf drei Stiche (was jetzt zu einer raschern Abkühlung nothwendig ist) als zwecklos betrachten.

§. 19.

Die Revolutionen, welche durch's Malzen in der Anordnung der Stoffe des Mehlkörpers hervorgerufen werden, kündigen sich auch den Geruchsnerven an.

Mit der Zunahme der Temperatur, welche mit dem „Schwitzen" des frischen Haufens (§. 15) verbunden ist, entwickelt sich ein stark obstartiger Geruch.

Sind aber die Würzelchen hervorgetreten und haben sich bereits getheilt, so verliert sich der apfelähnliche Geruch und statt dessen tritt nach 1 bis 3 Tagen ein anderer Geruch auf, der nicht unähnlich ist dem der gemeinen Binsen, wenn sie der Erde frisch entrissen sind; — Andere vergleichen diesen Geruch mit dem von geschälten Gurken. Dieser durchdringende Geruch dauert nun während der ganzen Zeit, welche das Malz auf der Wachstenne liegt, — es sei denn, daß er einmal durch Schimmelgeruch (in Folge von schlechter Gerste mit beigemengten keimungsunfähigen Körnern oder durch Faulen zertretener Körner) überragt würde. Man hält das fortwährende An-

dauern dieses Geruches in seiner Reinheit für ein Anzeichen eines gesund verlaufenen Malzprocesses.

Der Grund dieses Geruchs ist nach Stein's Untersuchungen wol lediglich in den mit dem Fett der Gerste vorgehenden Veränderungen zu finden (I. §. 165).

Mit der Fortentwickelung des Blattkeims, der den Maßstab liefert für das vollendete Malzen des Korns, hält die Veränderung der Farbe des Mehlkörpers gleichen Schritt. Die unlöslichen Eiweißstoffe ertheilen dem Mehlkörper der Gerste eine gelbliche Farbe. Mit der Umwandlung der unlöslichen Eiweißstoffe in lösliche verschwindet die gelbliche Farbe und macht einer weißen Färbung Platz. Diese weiße Färbung des Mehlkörpers beginnt an dem Wurzelende des Korns und folgt dem Blattkeim Punkt für Punkt: — so weit der Mehlkörper vom Blattkeim bestrichen wurde, ist er weiß, — der übrige noch unveränderte Theil des Mehlkörpers besitzt noch die gelbliche Farbe.

§. 20.

Ehedenn wir die fernere Behandlung des Malzes besprechen, muß eine Bemerkung über die Behandlung der ausgewachsenen Gerste schlechter Jahrgänge eingeschaltet werden. Kieselich theilt darüber im „Bierbrauer“ (1861 S. 186) Folgendes mit:

„Ich habe bereits viel ausgewachsene Gerste gemälzt und noch nie den geringsten Schaden davon gehabt. Bekanntlich ist das ausgewachsene Korn leichter als Wasser. Wird daher beim Einschütten solcher Gerste noch sorgsamer verfahren als gewöhnlich (mehr Wasser und ganz langsames Einstoßen!), so kann der ganze Auswuchs abgeschöpft und für sich verarbeitet werden. Zeigen sich in einem Haufen viel Körner, welche nicht wachsen wollen, so sprenge man mit Wasser von 44 bis 50° an und arbeite wie gewöhnlich. Bei mir hat das bis jetzt immer geholfen. Wenn ich auch kein ganz egales Malz erzielt habe, so wuchsen doch alle Körner und die Gefahr der Milchsäure-Bildung war beseitigt.“

§. 21.

Wann soll das Keimen unterbrochen werden? — Zur Beantwortung dieser Frage richtet sich die große Mehrzahl der Mälzer nach der Länge des hervorgetriebenen Wurzelkeims.

Einige wollen den Wurzelkeim bis zur 1¼fachen, Andere bis zur 1½fachen Länge des Korns gewachsen wissen. Es war schon oben

die Rede davon, daß die zu große Entwickelung des Wurzelkeims geradezu eine Verschleuderung der nutzbaren Substanz ist, während die größere Entwickelung des Blattkeims, innerhalb der Hülse, die größere Vollendung der Umwandelung des Mehlkörpers im Gefolge hat. Mit dem Durchbruch des Blattkeims durch die Hülse freilich ändert sich die Situation, — da wird der Inhalt des Korns milchicht und das Korn ist als Malz nicht mehr aufbewahrungsfähig.

Auf Grundlage der §. 10 besprochenen Thatsachen muß also das Bestreben eines rationellen Mälzers sein:

die übermäßige Entwicklung der Wurzelfasern zu verhindern, was man nur durch öfteres Wenden der Malzhaufen zu erreichen vermag, indem dadurch theils eine Erniedrigung der Temperatur herbeigeführt, theils dem zarten Wurzelkeime die zu einem lustigen Weiterwachsen nothwendige Feuchtigkeit geschmälert wird, wodurch er in einen verkümmerten Zustand gelangt.

Manche Brauer beurtheilen die Vollendung des Malzprocesses nach dem Abwelken der Wurzelfäserchen, — beginnen die Spitzen derselben gelb und runzlicht zu werden, so unterbrechen sie den Proceß. Dies Zeichen deutet jedenfalls an, daß nun auch für den Blattkeim nicht mehr viel Feuchtigkeit zur Verfügung steht und daß auch da alsbald Stillstand eintreten wird.

Sehen wir uns nun einmal den Lebenslauf des Blattkeims an, dem sein Streben, einen grünen Grashalm zu bilden, so schmählich vereitelt wird. Wir können desfallsige Beobachtungen nur an ganz kühl geführten Haufen machen, — denn die gewöhnliche Malzmanier, wobei man das Malz in wenigen Tagen fertig machen will, bildet freilich langgeschwänzte Wurzelfasern, aber nur kümmerlich entwickelte Blattkeime.

In einem kühlen Malzhaufen schreitet der Blattkeim — der etwa einen Tag nach dem Wurzelsprossen seine Wanderschaft beginnt — anfangs ziemlich schnell vorwärts, gleich den Wurzelfasern. Man kann das Vordringen des Blattkeims leicht an der äußern Seite des Korns beobachten, wo es sich durch einen etwas erhöhten Streifen bemerklich macht. Nach 8 Tagen hat der Blattkeim gewöhnlich etwas mehr als die Hälfte der Länge des Korns erreicht. In dieser Zeit ist das Korn so locker, daß es beim Druck zwischen den Fingern zerbröckelt, — in dieser Periode kann man es

welken lassen und darren, und man erhält ein brauchbares Malz, wenn auch weniger leicht und etwas schwerere Treber hinterlassend.

Von da ab aber nimmt die Fortentwickelung des Blattkeims einen sehr langsamen Verlauf*), es fehlt an dem Träger aller Umwälzungen, am Wasser. Der noch ziemlich unveränderte, vom Blattkeim noch nicht bestrichene Theil muß jetzt einen Theil des in der Weiche aufgenommenen Wassers wieder abgeben zu Nutz und Frommen des Blattkeims. Dadurch aber trocknet das noch unveränderte Elastin etwas aus und wird wieder zähe. In diesem Stadium wird das Korn beim Trocknen wieder so hart, daß es schwer zerquetschbar ist und also den Brauzwecken nicht entspricht.

Läßt man nun den Blattkeim fortschreiten, bis seine Spitze sich dem andern Ende des Korns nähert und $^4/_5$ der Länge des Korns überschritten hat (wozu noch fast 8 Tage nöthig sind), so ist der Widerstand des Elastins völlig gebrochen, — das Malz hat seine Vollendung erreicht, das Maximum an löslichen Eiweißstoffen ist da und man muß dem Proceß Halt gebieten, wenn nicht die zum Licht strebenden Blattkeime (die sogenannten „Husaren") beim Durchbrechen der Hülse den ganzen Mehlkörper ruiniren sollen.

§. 22.

Zu den verkehrten Gewohnheiten mancher Mälzer gehört auch noch die Bereitung des sogenannten Süßmalzes. Das Malz wurde, wenn der Wurzelkeim ungefähr eine dem Korn gleiche Länge erreicht hatte, in einen ansehnlichen Haufen gesetzt und mit Tüchern bedeckt, so daß die Temperatur auf 25 bis 27^0 stieg, und dann rasch zum Abtrocknen gebracht.

Das so behandelte Malz schmeckt außerordentlich süß. Und dieser süße Geschmack hat zu einer Zeit, als man die Zuckerbildung im Korn für den Zweck des Malzens hielt, die Mälzer zu diesem kostspieligen und unnützen Gebrauche getrieben. Durch diese Operation wird nämlich (bei hinreichender Feuchtigkeit) eine ansehnliche Menge Dextrin gebildet, welches in der Mundwärme und durch die Einwirkung des Speichels leicht in Glykose verwandelt wird. Während dieser Umwandlung aber entwickelt sich der Wurzelkeim in viel größern Dimensionen und verbraucht dazu einen beträchtlichern Theil

*) Beim Keimen der Gerste in der Erde erfolgt die Entwickelung weit schneller und gleichförmiger, weil da wenigstens die aufgesogene Feuchtigkeit erhalten bleibt, während auf der Malztenne das Gegentheil stattfindet.

des Mehlkörpers. Daher kommt es denn auch, daß eine gewisse Menge Gerste dem Gewicht nach viel weniger (keimfreies) Süßmalz giebt als nach der gewöhnlichen Methode.

§. 23.

Die Unregelmäßigkeiten, welche sich zuweilen beim Wachsen eines Malzhaufens einstellen, entspringen lediglich dem Mangel an Feuchtigkeit, ohne deren genügende Menge ja die im Korn hervorzurufende Umwälzung ins Stocken gerathen muß. Es ist deshalb streng darauf zu halten, daß mit dem Beginn des Haufenwiderns das Korn die Kennzeichen der vollständigen Quellreife besitzt, — mag es solche nun im Quellstock oder auf der Weichtenne (mit Hülfe der Gießkanne) erlangt haben. Ist darin nun ein Versehen vorgefallen, so zeigt sich der Haufen beim Widern zu trocken und geräth nicht in Schweiß; das Vorschieben des Blattkeims geht sehr langsam von Statten und die Wurzelfasern würden schließlich zu welken beginnen.

Abhülfe kann hierbei nur durch nachträgliches Anspritzen des Haufens mit der Gießkanne — und zwar vor jedem Umarbeiten — geschehen. Auf einen Haufen von 50 Hektolitern verbraucht man etwa 20 bis 30 Liter Wasser.

§. 24.

Für manche Biere pflegt man auch einen Zusatz von gemälztem Weizen zu machen, um dem Biere dadurch einen eigenthümlichen angenehmen Geschmack zu ertheilen, der bei der Anwendung von ungemälztem Weizen nicht zum Vorschein kommt. Man darf mit ziemlicher Sicherheit annehmen, daß lediglich die Veränderung des Fettes im Weizen den Grund zu dieser Veränderung des Geschmacks liefert.

Das Mälzen des Weizens erheischt wegen seiner dünnern Hülse mehr Aufmerksamkeit als das der Gerste. Das Einquellen ist in kürzerer Zeit vollendet und muß nach 24—30 Stunden unterbrochen werden.

Auf der Tenne setzt man ihn in höhere Haufen als die Gerste, und läßt solche liegen, bis man den Wurzelkeim hervorbringen sieht, — die Probe zur Beurtheilung holt man sich aus der Mitte des Haufens. Dann wendet man den Haufen mit großer Vorsicht, damit die weiche, zarte Hülse nicht verletzt wird, und setzt einen Haufen von etwa 1 Decimeter Höhe auf, welcher nun liegen bleibt, bis sich die Wurzelkeime unter einander verschlingen. Dann wird der Haufen

vorsichtig auseinander gerissen und das Abtrocknen (auf dem Schwelkboden und der Darre) in recht dünnen Lagen besorgt. Bei solchem „Filzmalz" ist der Wurzelkeim oft doppelt so lang als das Korn.

Dritter Abschnitt.

Das Schwelken*) oder Trocknen.

§. 25.

Damit der Blattkeim keine Gefahr anstiften kann, wird ihm die zum Fortwachsen nothwendige Feuchtigkeit schleunigst entzogen, indem man die gemalzten Körner in vielfache Berührung mit Luft bringt.

Der dazu erforderliche Schwelkboden (Trockenspeicher) muß, um das Grünmalz recht dünn ausbreiten zu können, mehr Raum bieten als die Malztenne, — für jedes Hektoliter der in den Quellstock gebrachten rohen Gerste darf man 3.25 Quadratmeter Schwelkbodenfläche rechnen.

Dann auch muß der Schwelkboden ausreichenden Luftzug bieten und deshalb auf allen Seiten mit Schaltern versehen sein, die man je nach der Richtung des Windes öffnet. Auch unter der Decke müssen verschließbare Oeffnungen angebracht sein, weil die feuchte Luft emporsteigt. Der Luftzug wird so eingerichtet, daß auf der Windseite die tiefer liegenden und gegenüber die hoch liegenden Schalter geöffnet sind.

Der Boden des Welkbodens ist am besten mit recht porösen gebrannten Steinen**) gepflastert, welche die Feuchtigkeit aufsaugen und sie später wieder an die Luft abgeben, — oder mit Holz belegt.

§. 26.

Die Bearbeitung des Schwelkmalzes geschieht nun dadurch, daß man es täglich etwa sechsmal mit der Wurfschaufel in die Luft wirft, so daß es gut vertheilt niederfällt, wie wenn ein Regen von

---

*) Das Wort „Schwelken" statt „Welken" muß im lieben Schwabenlande groß gezogen worden sein, — der Schwabe sagt von einem abwelkenden Korn: esch welkt.

**) Mauerziegel, die aus Thon, mit viel Kohlenstaub gemengt, gebrannt wurden, sind sehr porös und leicht.

Malz stattfände. Ist die Luft feucht, so muß das Werfen in kürzern Zwischenräumen geschehen.

Es liegt auf der Hand, daß durch das Schwelken dem Trocknen auf der Darre tüchtig vorgearbeitet wird, — bei einer einfachen Darre kann dadurch viel Brennstoff erspart und der Erzeugung von Glasmalz (s. §. 114) vorgebeugt werden.

Bei einer Doppeldarre aber kann man — wenn man Arbeit ersparen muß, das Grünmalz ungeschwelkt auf die obere Etage bringen. Daß aber auch bei den Doppeldarren ein geschwelktes Malz rascher abgedarrt wird, als ungeschwelktes, sieht Jeder ein.

Für die Haltbarkeit des Malzes ist das Schwelken nicht ohne Einfluß. Ein Malz, welches auf dem Schwelkboden gut bearbeitet war, trocknet mehr zusammen als eines, welches gleich einer höhern Temperatur auf der Darre ausgesetzt war. Und je dichter das Malz beim Trocknen wird, desto weniger leicht kann beim Lagern die Luftfeuchtigkeit auf den Kern des Malzes einwirken.

§. 27.

Um die langstielige Arbeit des Schwelkens abzukürzen, hat Wiese eine Maschine konstruirt, die er Centrifugal-Ventilator nennt und sich für die österreichischen Staaten patentiren ließ. Das nasse Grünmalz wird in einer Draht-Trommel, die sich rasch um ihre Axe dreht, einem starken Strome gewöhnlicher kalter Luft ausgesetzt. Die Feuchtigkeit wird dadurch so rasch entfernt, daß nasses Malz binnen $1/2$ bis 2 Stunden vollkommen lufttrocken ist, — die Keime fliegen beim Rotiren wie dürre Spreu davon.

Dieser vortreffliche Apparat hatte sich indessen keiner besondern Verbreitung zu erfreuen und ist heute so ziemlich in Vergessenheit gerathen, weil er an einem Hauptfehler leidet, — er wurde nämlich um fast 20 Jahre zu früh erfunden. Und es ist doch immerhin nützlich, wenn man auch an vergessene Sachen von Zeit zu Zeit einmal erinnert.

Vierter Abschnitt.

Das Darren.

§. 28.

Der Hauptzweck des Darrens ist jedenfalls die gründlichste Beseitigung der Feuchtigkeit, um so eine gute Grundlage für die Haltbarkeit des Malzes zu bilden. Die gleichzeitig stattfindende Veränderung des Fettes im Grünmalz, in deren Folge das Darrmalz seinen charakteristischen Geruch besitzt, wirkt aber auch höchst vortheilhaft auf den Geschmack der daraus gebrauten Biere.

Die übrigen Veränderungen sind mehr nebensächlich. Da ist z. B. die Umänderung, welche die Eiweißstoffe unter dem Einfluß der Feuchtigkeit und der Wärme erleiden, sie werden zu gebräunten Eiweißstoffen. Malz, welches bei gelinder Wärme erst völlig ausgetrocknet wurde, kann bis auf mehr als 100° erhitzt werden, ohne daß gebräunte Eiweißstoffe entstehen, — solch „blasses" Malz liefert (beim Infusions-Verfahren*)!) Biere von hellgelber oder blonder Farbe. Will man aber ein braunes Malz haben, um damit auch durch Infusion braungelbe bis dunkelbraune Biere (ohne Farbmalz!) zu brauen, so muß man dafür sorgen, daß bei Einwirkung einer höhern Temperatur noch etwas Feuchtigkeit im Malz enthalten ist. Also hat man

entweder zu Anfang eine Temperatur von 57 bis 60° zu unterhalten, wobei schon die Bräunung der Eiweißstoffe eintritt, ohne daß Glasmalz entsteht, —

oder man muß, bevor das Abdarren des blassen Malzes beendigt ist, solches vermittelst einer Gießkanne etwas anspritzen und dann das Abdarren rasch beendigen, — den letzten Weg befolgt man in England häufig, um dunkles Malz zum Porterbrauen zu bekommen.

Ferner auch wird das Stärkemehl in ganz feuchtem Malz bei einer Temperatur von 50 bis 55° zum Theil in Dextrin verwandelt.

---

*) Durch Dickmaischbrauen werden auch von diesem Malz braune Biere erhalten.

Je allmäliger die Entfernung der Feuchtigkeit bewerkstelligt wird, um so dichter zieht sich die durch den aufgeschwollenen Blattkeim ausgedehnte Hülse — nach dem Absterben des Blattkeims — wieder um den Mehlkörper zusammen. Dadurch ist das Eindringen der feuchten Luft bei feuchter Witterung erschwert und das Malz wird haltbarer. — Und umgekehrt — je rascher das Malz gedarrt wird, desto weniger verliert es an Umfang: ein Umstand, den sich die Malzfabriken, welche das Malz dem Maaß nach verkaufen, wohl zu Nutze zu machen wissen.

Das rasche Darren muß aber mit großer Vorsicht geschehen, weil eine zu schroffe Einwirkung der Temperatur, namentlich durch strahlende Wärme, auf den noch feuchten Mehlkörper das (so leicht verkleisterbare (s. I. §. 115) Malzstärkemehl in Kleister umändert und so zur Entstehung von Glasmalz (Stein- oder Beinmalz) führt. Auch das Eindringen feuchter Dämpfe in das sehr stark erhitzte trockne Malz führt denselben Uebelstand herbei. Solches Glasmalz ist äußerst schwierig zu verarbeiten und kann nur in höchst fein gemahlenem Zustande unter Mitverwendung von gesundem Malz eingemaischt werden.

§. 29.

Mulder giebt in seiner „Chemie des Bieres" einen andern Stoffwechsel, als den im vorigen §. erwähnten, an als Ursache der Bräunung des Malzes. Er findet in dem Umstande, daß der „Schleimzucker" sich so leicht verändert und bei Luftzutritt nicht erwärmt werden kann, ohne sich zu bräunen, den Ausgangspunkt für die Bräunung des Malzes. Nun ist aber, was man „Schleimzucker" nennt, nie frei von Eiweißstoffen, — sorgt man (durch Zusatz von Gerbsäure) für Beseitigung der Eiweißstoffe, so bräunt sich die dann hinterbleibende Glykose auch nicht mehr bei so niedrigen Temperaturen. Ich setze den Proceß, wie ihn sich Mulder denkt (und wie ihm die Meisten ohne Prüfung nachbeten), mit seinen eignen Worten hierher (s. Chemie des Bieres, S. 239): „Es ist eine allgemein bekannte Sache, daß alle Pflanzensäfte beim Verdampfen in künstlicher Wärme einen dunkel gefärbten Extrakt liefern. Die Ursache dieser Erscheinung ist ganz dieselbe, wodurch feuchtes Malz schon bei 60° C., also noch weit unter dem Kochpunkte des Wassers, eine sehr dunkele Färbung erhält, vorzüglich bei ungehindertem Luftzutritt. Der in diesen Säften sowie im Malz vorhandene Fruchtzucker verwandelt sich in

Schleimzucker, beim Malze unter Einwirkung der in Zersetzung begriffenen Eiweißstoffe (!), in den Pflanzensäften unter dem Einflusse der darin vorhandenen eiweißartigen Stoffe. Der Schleimzucker aber kann bei Luftzutritt nicht erwärmt werden, ohne sich zu bräunen."

Zur Orientirung in dieser Frage müssen wir im Auge behalten, daß Mulder 1) die „Einwirkung der in Zersetzung begriffenen Eiweißstoffe" nicht entbehren kann und daß 2) bei den unter seiner Leitung ausgeführten Malz-Untersuchungen (s. S. 26 seiner Chemie des Bieres) im lufttrocknen Malz nur 0.4 Procent Zucker enthalten sind, die nach ihm auch beim Darren (siehe dieselben Untersuchungen) nicht zunehmen, — Stein fand gar keinen Zucker.

Da dürfen wir wol mit Recht die dem Schleimzucker zugedachte Rolle beim Malzdarren von der Hand weisen.

§. 30.

Von den im §. 28 erwähnten beiden Wegen zur Bräunung des Malzes verdient indessen der erstere den Vorzug, weil das Besprengen des schon stark erhitzten Malzes leicht etwas Glasmalz liefert. Ueberhaupt tritt die Entstehung des Glasmalzes am häufigsten ein, wenn das bereits trockene und sehr heiße Malz nochmals mit feuchten Dämpfen in Berührung kommt. So entsteht es sehr leicht, wenn eine Darre mit einer dicken Lage Grünmalz beschickt ist, die bei starker Hitze längere Zeit ruhig lag, so daß die unterste dünnste Schicht vollkommen abtrocknen und stark erhitzt werden konnte, während das oberste Malz noch naß war, — und nun beim Wenden diese unterste Schicht über ein nasses Malz zu liegen kommt.

Es haben sich deshalb hauptsächlich folgende beide Methoden zur Herstellung braunen Malzes Bahn gebrochen.

Die eine, welche ebenfalls häufig in England befolgt wird, besteht darin, daß das Malz ganz grün aus dem Keller auf die Darre gebracht und die Temperatur rasch auf 50 bis 55^0 gesteigert wird, welche man 3 bis 4 Stunden unterhält, während das Malz mit einer Haardecke dicht zugedeckt ist, um das Entweichen der Dämpfe zu verhindern. Das Malz wird dabei nicht gewendet. Es bilden sich hierbei reichliche Mengen der gebräunten Eiweißstoffe und ein Theil des Stärkemehls wird in Dextrin verwandelt.

Für die andere Methode tritt Chatelain lebhaft in die Schranken, sie scheint in Frankreich viel Anhänger zu haben.

Chatelain verwirft die Schwelkböden und Doppeldarren, weil er seinen Zweck auf der herkömmlichen Darre ebenfalls erreicht; — daß er darin einseitig ist, werde ich weiter unten nachweisen. Nach seiner Anleitung bringt man das ganz feuchte Malz auf die Darre in einer Lage von 25 bis 30 Centimeter Höhe und beginnt ein starkes Feuer. Es ist durchaus nothwendig, daß das Malz Dämpfe entwickelt, — und da die Wärme zur Dampfbildung verwendet wird, so ist keine Gefahr da, das Malz zu verbrennen. Wenn die Dampfbildung weniger intensiv wird, wendet man das Malz und mäßigt das Feuer. Dann wendet man oft und heizt dreist.

Sobald das Malz den Malzgeruch hat, heizt man nicht mehr mit Koks oder Kohlen, — man wirft einige Scheite Holz hinzu, so daß sich eine gute Kohlenglut bildet, und vollendet das Trocknen bei gelinder Hitze.

Daß sich bei dieser Behandlung ebenfalls viel Dextrin bildet, ist nicht zu bezweifeln; allein Chatelain giebt auch das öftere Erscheinen von Glasmalz zu (s. S. 71 a. a. O.).

Beide Methoden trifft aber der Vorwurf, daß sich die Hülse beim Trocknen nicht wieder zusammenzieht, wodurch die Haltbarkeit des Malzes beeinträchtigt wird. Ein haltbares Malz erzeugt man nur auf einer Doppeldarre oder aus gutem Schwelkmalz!

§. 31.

Ueber die Bearbeitung des Malzes auf der Darre bedarf es nur weniger Worte.

Die letzten Wasserportionen sind schwer zu verjagen und es bedarf zu ihrer Verflüchtigung einer hohen Temperatur. Den Rath Chatelain's, das „Abdarren" bei niedriger Temperatur zu bewirken, kann ich nicht gelten lassen, weil er — abgesehen von seiner Zwecklosigkeit überhaupt — die Haltbarkeit des Malzes gefährdet, indem die letzten Feuchtigkeitsportionen nicht ausgetrieben werden.

Man pflegt die dünne Malzschicht auf der Darre häufig zu wenden in dem Glauben, daß dadurch das Trocknen beschleunigt werde. Das ist aber ein Irrthum, der bei genauer Ueberlegung des stattfindenden Vorgangs leicht zu erkennen ist.

Untersucht man das Malz in den verschiedenen Höhen einer Schicht, so findet man, daß es nahe der Darrplatte oft schon ganz trocken ist, während die Oberfläche der Malzlage sich ganz feucht anfühlt. Die von der untern Partie entwichene Feuchtigkeit hat sich

in den kühlern Theilen wieder verdichtet und entweicht meistentheils erst von da, nachdem die untern Schichten längst vollständig trocken sind und die warme trockne Luft durchpassiren lassen. Wendet man nun das Malz, so kommen die obern feuchten Körner zu unterst zu liegen und die trocknen bilden jetzt die Oberfläche. Die feuchten Körner senden nun die entlassenen Wasserportionen den über ihnen liegenden trocknen Körnern zu und verhelfen ihnen dadurch wieder zu etwas Feuchtigkeit, damit sie ja nicht trocken werden. Man erreicht seinen Zweck am besten, wenn man dünne Schichten aufträgt, die rasch abtrocknen, ohne daß gewendet wird.

Will man aber wenden, so spare man auch die Arbeit nicht, sondern arbeite fast ohne Unterlaß, damit es zu dem oben erwähnten spaßigen „Versteckenspielen" der Feuchtigkeit gar nicht kommen kann. Das ist aber Menschenquälerei!

Bei einer Doppeldarre (s. II. §. 27) wird zu Anfang das Grünmalz auf die unterste Etage gebracht in einer Schicht, die höchstens 1 Decimeter hoch ist, und bei gelindem Feuer halbtrocken gemacht. Dann wird die obere Etage mit Grünmalz beschickt, welches ebenfalls halbtrocken sein wird, wenn das auf der untern Etage (bei stärkerm Feuer) vollständig abgedarrt ist und abgenommen wird, um das Malz von der obern auf die untere Etage stürzen zu lassen. Gewendet wird das Malz nicht.

Man achte wohl darauf, daß die Fenster nicht geöffnet werden und die Thüren nicht offen bleiben. Durch den Zutritt der äußern kältern Luft entsteht gleich ein Nebel. Die Nachtheile dieser Nebelbildung sind aber leicht ersichtlich, wenn man sich erinnert, daß der Wasserdampf leichter ist als die Luft, also emporgedrückt wird nach dem Dampfschlot zu, daß hingegen der Nebel schwerer ist als die Luft. Der Nebel besteht nämlich aus sehr kleinen Dampfbläschen, die (ähnlich den Seifenblasen) dünne Wände von Wasser haben und in steter Bewegung sind. Stößt ein Paar solcher Bläschen auf einander, so zerplatzt eine derselben und das Wasser derselben hängt sich als Verstärkung an die Wand der andern, wodurch diese schwerer wird und sich rascher niedersenkt. Dabei zerstört sie aber noch andere Nebelbläschen, nimmt auch deren Wasser auf und gelangt schließlich als Wassertropfen auf der Malzschicht an.

§. 32.

Ueber den Einfluß der verschiedenen Temperaturgrade beim Darren zeigt sich noch fast überall die Nachwirkung der von Combrune mit der größten Oberflächlichkeit angestellten Versuche.

Combrune war Bierbrauer in London und veröffentlichte in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts ein Werk „über Theorie und Praxis der Bierbrauerei." Dem Manne scheint das Verdienst zu gebühren, den Werth des Thermometers bei der Brauerei zuerst erkannt zu haben, — wenigstens ist dieses Instrument vor seiner Zeit nicht angewendet worden. Da hat er denn auch Versuche angestellt über die Temperaturen, bei denen das Malz sich zu den verschiedenen Nuancen färbt. Dabei hat er aber den Einfluß der vorhandenen Feuchtigkeit ganz außer Acht gelassen, — es war ihm unbekannt, daß ein bei niedriger Temperatur gut ausgetrocknetes Malz bis zu viel höhern Temperaturen (als die von ihm notirten) erhitzt werden kann, ohne sich zu färben.

Nach seinen in einer irdenen Schüssel angestellten Versuchen färbte sich das Malz bei

54° hellgelb,
57° bernsteingelb,
59° dunkel bernsteinfarbig,
62° hellbraun,
67° braun,
69° dunkelbraun,
72° braun mit schwarzen Flecken,
75° schwarzbraun,
77° dunkelkaffeebraun,
80° schwarz.

Daß zur Erreichung solcher Färbungen jedenfalls eine viel höhere Temperatur in der irdenen Schüssel obgewaltet hat, als Combrune mit seinem Thermometer an der Oberfläche fand, ist mit Sicherheit anzunehmen, — wahrscheinlich auch war sein Malz sehr feucht.

§. 33.

Welchen Temperaturen ein Malz, welches nur alle 2 Stunden gewendet wird, ausgesetzt werden kann, ohne gebräunt zu werden, — darüber geben die nachstehenden Beobachtungen des Hrn. J. J. Breuer jr. in Mülheim (am Rhein) Aufschluß (s. Bierbr. 1861 S. 11).

Nachdem die Darre mit grünem Malze, frisch aus dem

Keller um 11 Uhr Vormittags beschickt war, zeigten sich die nachstehend verzeichneten Temperaturen.

Zeit der Beobachtung	im Darrraum:	im Malz auf der untern Darre:	zwischen den Darren:	
	Grade C.			
12 Uhr	$106^{1}/_{4}$	53	$43^{3}/_{4}$	Das Malz war um $9^{1}/_{2}$ Uhr trocken (also in $10^{1}/_{2}$ Stunde).
$12^{1}/_{2}$ =	$102^{1}/_{2}$	$56^{1}/_{4}$	$43^{3}/_{4}$	
1 =	$107^{1}/_{2}$	60	nicht beobachtet	
$1^{1}/_{2}$ =	$102^{1}/_{2}$	60	$46^{1}/_{4}$	
3 =	$97^{1}/_{2}$	55	$45^{1}/_{2}$	
4 =	105	$67^{1}/_{2}$	$47^{1}/_{2}$	
$4^{1}/_{2}$ =	105	$61^{1}/_{4}$	48	
5 =	$106^{1}/_{4}$	$67^{1}/_{2}$	$47^{1}/_{2}$	
$5^{1}/_{2}$ =	$106^{1}/_{4}$	$72^{1}/_{2}$	$47^{1}/_{2}$	
$6^{1}/_{2}$ =	$102^{1}/_{2}$	68	$48^{3}/_{4}$	
7 =	107	70	$48^{3}/_{4}$	
8 =	$108^{3}/_{4}$	77	$49^{1}/_{4}$	
9 =	$108^{1}/_{4}$	82	$50^{1}/_{2}$	
$9^{1}/_{2}$ =	$106^{1}/_{4}$	$87^{1}/_{2}$	55	
	105	$93^{3}/_{4}$	60	

§. 34.

Ueber die Einzelnheiten der Malzdarre ist noch Einiges nachzutragen, nachdem die Principien der Konstruktion solcher Trockenapparate bereits im zweiten Theil besprochen wurden.

Die Unterlagen für das Malz waren ursprünglich von Holz, was aber wegen seiner Feuergefährlichkeit verbannt wurde. Darauf schritt man alsbald zum Metall. Und wohl erkennend, daß das Durchströmen der warmen Luf durch das Malz zur Beschleunigung des Trocknens unumgänglich ist, suchte man in den Unterlagen so viel als möglich Löcher oder Schlitze (durch welche das Darrmalz nicht hindurch fallen konnte) anzubringen. So machte man z. B. Drahtdarren (aus dickem Draht, welcher mit dünnerm Draht stellenweise umwickelt war, um die Luftspalten zu bilden). Diese Darren sind von geringer Dauer und die Reparaturen sind schwer zu machen. — Die Darren mit durchlöchertem oder geschlitztem Blech sind dauerhafter; sie haben aber den Fehler, daß die Bleche schwer in

gleiche Ebene zu bringen sind, leicht Mulden bilden, und daß dadurch das gleichmäßige Abtrocknen des Malzes erschwert wird. — Dem letztern Uebelstande wurde abgeholfen durch die gußeisernen Darr-Roste, welche ich in Nordamerika kennen lernte. Die möglichen Reparaturen bei einer solchen durchaus wagerechten Darrfläche sind durch den Ersatz der einzelnen verletzten Roste (welche in Rahmen liegen) augenblicklich zu bewirken. Aber die Neuerung hat in der alten Welt wenig Anklang gefunden und die Anfertigung solcher Darr-Roste (s. Bierbrauer 1860 S. 72) ist deshalb eingestellt worden. — Neuerdings hat die Metalltuch-, Sieb- und Drahtgeflechtfabrik von A. Münnich und Comp. in Chemnitz ein neues Material für die Darrflächen geliefert, — ein Gewebe aus starkem Eisendraht, welches nach der Vollendung durch ein kräftiges Walzwerk geführt und dadurch geplättet wurde. Dieses Material liefert eine feste, sehr gleichförmige Unterlage mit hinreichenden Durchbrechungen und ist mit Erfolg angewandt.

Was die Art der verwendeten Metalle anlangt, so ist man beim Eisen stehen geblieben; — Kupfer ist zu kostspielig und bietet die Möglichkeit der Gefahr einer Vergiftung der Malzkeime, — Zink (was ebenfalls in Nordamerika häufig verwendet wird) ist ziemlich vergänglich.

Der Kuriosität wegen muß noch bemerkt werden, daß Godard (ein äußerst geistreicher belgischer Brautechniker) seit Kurzem mit großer Entschiedenheit auf die Entfernung aller Metalle vom Darrproceß dringt, weil dadurch einer verderbenschwangern Einwirkung der Elektricität der Weg gebahnt wird. Daß die Situation aber nicht so gefahrdrohend ist, wurde bereits S. 68 bemerkt. Hätte Godard's Furcht irgendwelchen Grund, so würde die Tonnar'sche Malz-Trockenmaschine (s. II. §. 30) nicht die Erfolge erzielt haben, welche ihr von Jedermann zugestanden werden müssen.

§. 35.

Als Träger der Wärme hat man auch den Dampf benutzt, aber es sind dabei grobe Fehler vorgefallen. Fehlerhaft ist's nämlich, wenn man den Dampf unmittelbar unter die (natürlich nicht durchlöcherten) Darrplatten leitet, wobei die Feuchtigkeit gleichsam abdestillirt wird und das Malz auch bei ununterbrochenem Wenden meistens verkleistert (Glasmalz).

Besser ist der Weg, wobei der (z. B. bei den Hochdruckmaschinen

unbenutzt entweichende) Dampf durch ein Röhrensystem geleitet wird, an welchem sich die zugeführte atmosphärische Luft erwärmt und dann den durchbrochenen Darrplatten zuströmt.

§. 36.

Neuerdings hat der Engländer Hallwell das Gas (Steinkohlengas) zum Darren des Malzes angewendet und die damit erzielten Resultate sehr gepriesen.

Die kleinen Gasröhren werden in einem Abstand von etwa 14 Centimeter unter der durchlöcherten Darrplatte, auf welcher das Malz liegt, angebracht. Die Temperatur geht während der ersten 12 Stunden nicht über 21° hinaus, steigt aber nach 40 Stunden bis auf 40°, ohne daß mehr Gas verbraucht wird*).

Das so getrocknete Malz ist sehr blaß und außerordentlich süß**). Der Wassergehalt desselben ist geringer als beim gewöhnlichen Malz, — eine Analyse ergab nur 5.9 %***). Es ist sehr zerreiblich und läßt sich leichter schroten als das gewöhnliche. — Das Malz soll auch mehr Extrakt liefern, so daß die unbedeutenden Mehrkosten reichlich gedeckt werden.

Ob sich das Alles so bewähren wird, muß abgewartet werden, — einige Brauer London's sollen mit der Anwendung dieser Darrmethode zufrieden sein.

§. 37.

Bei der Frage nach der Leistungsfähigkeit einer Darre kommt neben der guten Qualität des Malzes einzig und allein die dabei erzielte Brennstoff-Oekonomie in Betracht. Kennt man den Wassergehalt des Grünmalzes, so stellt sich die Frage am einfachsten so: Wieviel Wärme-Einheiten müssen entwickelt werden, um 100 Pfund Wasser aus dem Malze zu verjagen? —

Daraus ergiebt sich dann nach II. §§. 4—8 das dem entsprechende Gewicht Holz, Kohle 2c.

---

*) Im Anfang steigt die Temperatur nicht hoch, weil das Wasser viel Wärme zur Verdampfung bedarf und dadurch das Malz kühl erhält. Beginnt das Malz ziemlich trocken zu werden, so muß sich die Temperatur erhöhen, ohne daß mehr Gas verbraucht wird.

**) Bei dem sehr langsamen Trocknen hat sich viel Dextrin gebildet.

***) In Folge des langsamen Trocknens ist das Malz sehr dicht und kann deshalb nicht soviel Feuchtigkeit auffaugen.

Wir wissen, daß 1 Pfund Wasser von 0° zur Verdampfung 650 W.-E. bedarf. Der Theorie nach (d. h. ohne Rücksicht auf die unvermeidlichen Wärme-Verluste durch Mauerwerk u. s. w.) sind also zur Verdampfung von 100 Pfund Wasser 65,000 W.-E. nöthig.

Die vorhandenen Angaben über den Brennstoff-Verbrauch für je 100 Pfund Darrmalz haben eben so wenig Werth, als wenn man denselben auf Grünmalz bezieht, ohne den Wassergehalt des letztern zu kennen. Daß man aber den Wassergehalt des Grünmalzes nicht nach einer Durchschnittszahl bemessen kann, sondern bei jedem Darr-Versuche genau ermitteln muß, geht aus folgenden Angaben hervor.

100 Pfund Grünmalz enthalten

45.4 Pfund Wasser nach Stein,
50.8 Pfund Wasser nach Stein (zu einer andern Zeit von der Tenne genommen),
33.3 Pfund Wasser nach Breuer (s. §. 33),
32.7 Pfund Wasser nach Versuchen auf Naumann's Darre (Bierbrauer 1859 S. 153).
28.8 Pfund Wasser nach Versuchen auf Naumann's Darre,
40.2 Pfund Wasser nach Versuchen auf Naumann's Darre.

Die letztern zwei Versuche, welche in derselben Brauerei unmittelbar nach einander vorgenommen wurden, zeigen am besten die enormen Schwankungen im Wassergehalt des Grünmalzes.

Auch im geschwelkten Malz finden sich Abweichungen von solcher Art, daß man bei der Anwendung desselben zu Darrversuchen dessen Wassergehalt bestimmen muß. So fand Stein denselben variirend von 11.3 bis 14.3 Procent, Oudemans (s. Mulder's Chemie des Bieres) giebt 16.1 Procent an.

Hat man aber die Wassergehalte genau bestimmt, so ergiebt sich der nothwendige Verbrauch zum Trocknen des Malzes durch obige Rechnung. Und da das Malz mit einer Temperatur von etwa 80° von der Darre genommen wird und die specifische Wärme des Malzes $= 0.42$ ist (s. S. 57), so müssen für je 100 Pfund Darrmalz noch $100 \times 80 \times 0.42 = 3360$ W.-E. hinzugerechnet werden.

Es stehen uns hierüber nur wenige Angaben zu Gebote, die den erwähnten Anforderungen genügen. Ich gebe als Beispiel einige Resultate der Naumann'schen Darre, namentlich um

§. 38.

die ökonomischen Vortheile des **kontinuirlichen** Darrens mit Zahlen zu belegen.

Diese Versuche wurden in der Loos'schen Brauerei in Gießen auf einer vom Bauaufseher Naumann konstruirten Darre angestellt.

Nachdem bei einem ersten Versuch festgestellt war, daß zum Verdampfen von 100 Pfund Wasser $44^1/_2$ Pfund Holz nöthig waren, — ergab der

zweite Versuch (45 Minuten nach dem Abräumen des trocknen Malzes), daß von 1000 Pfund Grünmalz 712 Pfund Darrmalz blieben und 101 Pfund Holz (also 35 Holz für 100 Wasser) verbraucht waren; — und beim

dritten Versuch (45 Minuten nach dem Abräumen) lieferten 1000 Pfund Grünmalz 598 trocknes Malz, während $114^1/_2$ Pfund Holz (oder $28^1/_2$ Holz für 100 Wasser) verbrannt waren.

Da 1 Pfund lufttrocknes Holz 2600 W.-E. liefert, so belief sich die Wärmeproduktion zum Verdampfen von 100 Pfund Wasser

beim ersten	Versuch auf	$44\frac{1}{2} \times 2600 =$ 115,700	W.-E.
= zweiten	= =	$35 \times 2600 =$ 91,000	=
= dritten	= =	$28\frac{1}{2} \times 2600 =$ 74,100	=

Bringen wir nun davon jene Wärmemenge in Abzug, welche von dem abgedarrten heißen Malze in Beschlag genommen wird, so beträgt das (wenn wir das Malz beim ersten Versuche mit 35 Procent Wasser annehmen) für je 100 Wasser

beim ersten	Versuch	$186 \times 80 \times 0.42 = 6250$	W.-E.
= zweiten	=	$248 \times 80 \times 0.42 = 8333$	=
= dritten	=	$149 \times 80 \times 0.42 = 5006$	=

Durch Abzug dieser Wärmemengen bleiben für die Verdunstung von 100 Pfund Wasser

beim ersten	Versuch	$115{,}700 - 6250 = 109{,}500$	W.-E. (in runder Zahl),
= zweiten	=	$91{,}000 - 8333 = 82{,}700$	= = = =
= dritten	=	$74{,}100 - 5006 = 69{,}100$	= = = =
— während der Theorie nach nöthig sind		65,000	=

Hieraus ist ersichtlich, daß die unvermeidlichen Wärmeverluste, welche beim ersten Versuche 41 Procent betrugen, sich beim zweiten auf 22 Procent und im dritten auf 6 Procent verminderten!

Das ist der Segen des kontinuirlichen Betriebs bei allen Heizvorrichtungen!

Fünfter Abschnitt.

Raum- und Gewichts-Veränderungen der Gerste durch's Malzen.

§. 39.

Es ist schon die Rede davon gewesen, daß das Malzkorn die Gerste um so mehr an Umfang übertrifft, je kräftiger das Gerstenkorn an sich war, — je länger der Blattkeim sich entwickeln konnte, — je feuchter das Grünmalz auf die Darre kam — und je höher die Temperatur beim Beginn des Darrens war. Es ist auch wiederholt darauf hingewiesen worden, daß ein Malz, welches viel „Zuwachs" erlitten hat, auf dem Lager eine geringere Haltbarkeit bewährt.

Je nachdem nun beim Malzen der eine oder andere Einfluß auf die Raumvergrößerung obwaltete, wird auch der Zuwachs verschieden groß sein. Daher denn auch die großen Differenzen in den Angaben über diesen Punkt. So geben englische und schottische Schriftsteller den Zuwachs bei der gewöhnlichen zweizeiligen Gerste wie 100 zu 109, — bei der sechszeiligen (big der Schotten) aber nur wie 100 zu $100^1/_2$ an. — Balling sagt, daß in Böhmen 100 Maaß Gerste $112^1/_2$ Maaß Darrmalz geben. — Philipp Heiß bezweifelt die Richtigkeit dieser Angabe und will in langjähriger Praxis nur höchst selten 1 bis 2 Procent Uebermaaß gefunden haben.

Diese Differenzen rühren aber auch daher, daß Balling ohne Zweifel das Darrmalz mit Keimen, Heiß das keimfreie Darrmalz gemessen hat.

Berücksichtigt man aber, daß das zum Malzen bestimmte Gerstenquantum auch noch Verluste erleidet durch die Abschöpfgerste und durch die auf der Malztenne verzettelten Körner, so ist es klar, daß die dem einzelnen Gerstenkorne eigentlich widerfahrene Raumvergrößerung auf diesem Wege der Praxis nicht mit Sicherheit zu ermitteln ist. Stein hat deshalb diese Größe durch Vergleichung der specifischen Gewichte der Gerste und des aus derselben Gerste bereiteten Malzes festgestellt (s. Bierbrauer 1862, S. 171 u. s. w.). Er fand das specifische Gewicht der Altenburger Gerste im Durchschnitte zu 1.180 und das specifische Gewicht des zugehörigen Malzes zu 1.035. Es werden also 114*) Maaß Malz ebensoviel feste Masse

*) Nämlich $\frac{1.180}{1.035} \times 100 = 114$.

enthalten wie 100 Maaß Gerste, — es muß also der Umfang jedes Korns beim Malzen im obigen Verhältniß (100 zu 114) zugenommen haben.

§. 40.

Größere Uebereinstimmung der verschiedenen Angaben finden wir bezüglich der durch's Malzen hervorgerufenen Gewichts-Veränderung der Gerste.

Meistens begegnet man der Annahme, daß 100 Pfund Gerste durchschnittlich 80 Pfund Darrmalz liefern; diese Angabe rührt von Thomas Thomson her. Derselbe erwähnt ferner, daß — da die rohe Gerste 12 Procent Feuchtigkeit verlieren würde — der Verlust durch's Malzen eigentlich nur 8 Procent betrage, — und dieser Verlust vertheile sich in folgender Weise:

durch das Einquellwasser entzogen . . .	1½	Procent,
auf der Tenne und Darre zerstreute Körner	3	„
Keime	3½	„

Stein bemerkt hierzu mit Recht: „Der Malzverlust der trocknen Substanz ist jedoch selbstverständlich nicht immer gleich groß, denn die einzelnen Posten, aus denen er zusammengesetzt ist, sind keine konstanten Größen. Den Quellverlust z. B. habe ich in zwei Versuchen nur zu 0.49 und 0.56 Procent gefunden, allein er könnte eben so gut unter andern Umständen größer gefunden werden als 1.5 Procent, da der Gerste, wie ich in einer frühern Arbeit nachgewiesen habe, über 8 Procent extraktive Theile durch kaltes Wasser entzogen werden können*). In ähnlicher Weise ist, wie bekannt, der Verlust durch die Keime veränderlich und es ist nicht zu bezweifeln, daß auch der sonstige Substanzverlust nach den Umständen verschieden ausfällt."

Stein fand nun bei einer Reihe von Versuchen, bei denen das absolute Gewicht der Gerstenkörner und der aus denselben erhaltenen Malzkörner mit der größten Sorgfalt bestimmt wurde (s. Bierbrauer 1862 S. 166), daß

1) bei einer Altenburger Gerste (mit 13.42 Procent mittlerem Wassergehalt) das Durchschnittsgewicht eines einzelnen wasserfreien Korns 31.2 Milligramm betrug, während bei dem daraus erzeugten Malze (mit 10.45 Procent mittlerem Wassergehalt) das einzelne wasserfreie Korn nur 27.5 Milligramm wog, wonach sich der wirkliche Ver-

---

*) S. Bierbrauer 1861 S. 164.

lust an trockner Substanz auf 11.9 Procent berechnet. Bei einem zweiten Versuch mit Vogtländer Gerste wog

das wasserfreie Gerstenkorn	30	Milligramm,
das wasserfreie Malzkorn	27.8	„
Verlust	2.2	„

oder $\frac{2.2 \times 100}{30} = 7.3$ Procent Trockensubstanz.

Auf gleiche Weise wurde noch der Malzverlust bei dem einer Dresdner Brauerei entnommenen Material auf 10.1 Procent festgestellt.

Sechster Abschnitt.

Die Aufbewahrung des Malzes.

§. 41.

Je mehr ein Malz allen den Einflüssen beim Keimen (Süßmalz) und Darren ausgesetzt war, welche eine bleibende Anschwellung des Kornes herbeiführen, desto ängstlicher hat man die Lagerung desselben zu überwachen.

Erinnern wir uns, daß die Ursache der in dem Malzkorne vorgehenden Stoff-Revolutionen einzig und allein in dem Zutritt des Wassers versteckt liegt. Und dieses Wasser wird dem Malzhaufen auf dem Speicher in der Form der Luftfeuchtigkeit zugeführt.

Der Feuchtigkeitsgehalt der atmosphärischen Luft wechselt aber sehr oft und steigt bekanntlich zuweilen so hoch, daß die geringste Abkühlung die Erscheinungen von Thau, Nebel und Regen herbeiführt. Wenn nun das warm von der Darre kommende Malz in solch feuchter Luft erkaltet, so wird natürlich auch alle in die leeren Räume des Korns eindringende Luft eine große Menge Feuchtigkeit mit hinein schleppen. Diese kann aber große Verwüstungen anrichten, indem sie die zerstörende Bewegung der Stoffe in Fluß bringt. Es entwickelt sich dabei etwas Wärme, was die hereingebrochene Gefahr andeutet. Nach kurzer Zeit ist das Malz in seinen wesentlichsten Bestandtheilen so verändert, daß es den Zwecken der Bierbrauerei nicht mehr dienen kann.

Ebenso kann anhaltend feuchtes Wetter das bei trockener Luft auf den Malzboden gebrachte Malz allmälig so sehr mit Feuchtigkeit beladen, daß bei Verwahrlosung der Malzhaufen das Verderben derselben unvermeidlich ist.

§. 42.

Es handelt sich also darum, diesem schädlichen Eindringen der atmosphärischen Feuchtigkeit einen Riegel vorzuschieben, oder — wenn sie sich bereits eingenistet hat — sie wieder auszutreiben.

Da der Trockenheitszustand der Luft beständig wechselt und also nach den feuchten Tagen auch wieder trockenes Wetter herrschen wird, so könnte man am Ende ganz ruhig der Geschichte ihren Lauf lassen, wenn die spätere trockene Luft auch leicht überall um und in die Körner des inneren Malzhaufens dringen könnte. Da nun der dazu nothwendige Luftwechsel nicht aus freien Stücken eintritt, so sucht man das feucht gewordene Innere an die Oberfläche zum Abtrocknen zu bringen.

Soll aber dort ein Abtrocknen stattfinden können, so muß die atmosphärische Luft auch trocken genug sein. Denn es liegt auf der Hand, daß man das Uebel nur ärger machen würde, wenn man das Wenden der Malzhaufen bei feuchter Luft vornehmen wollte.

Weil nun, wie bereits erwähnt, der Verkehr zwischen der äußeren Luft und der Luft im Malzhaufen so erschwert ist, so bietet ein glücklicher Weise bei trockner Luft von der Darre gebrachtes Malz, das sofort geputzt (s. den nächsten Paragraph) und dann in Haufen gesetzt wird, eine bedeutende Haltbarkeit, wenn es gar nicht oder doch nur bei ganz trockenem Wetter gewendet wird. Wäre die äußere Luft während des Wendens feucht, so würde man die an der Oberfläche liegenden, also feucht gewordenen Körner ins Innere stecken und so den Zustand verschlimmern.

§. 43.

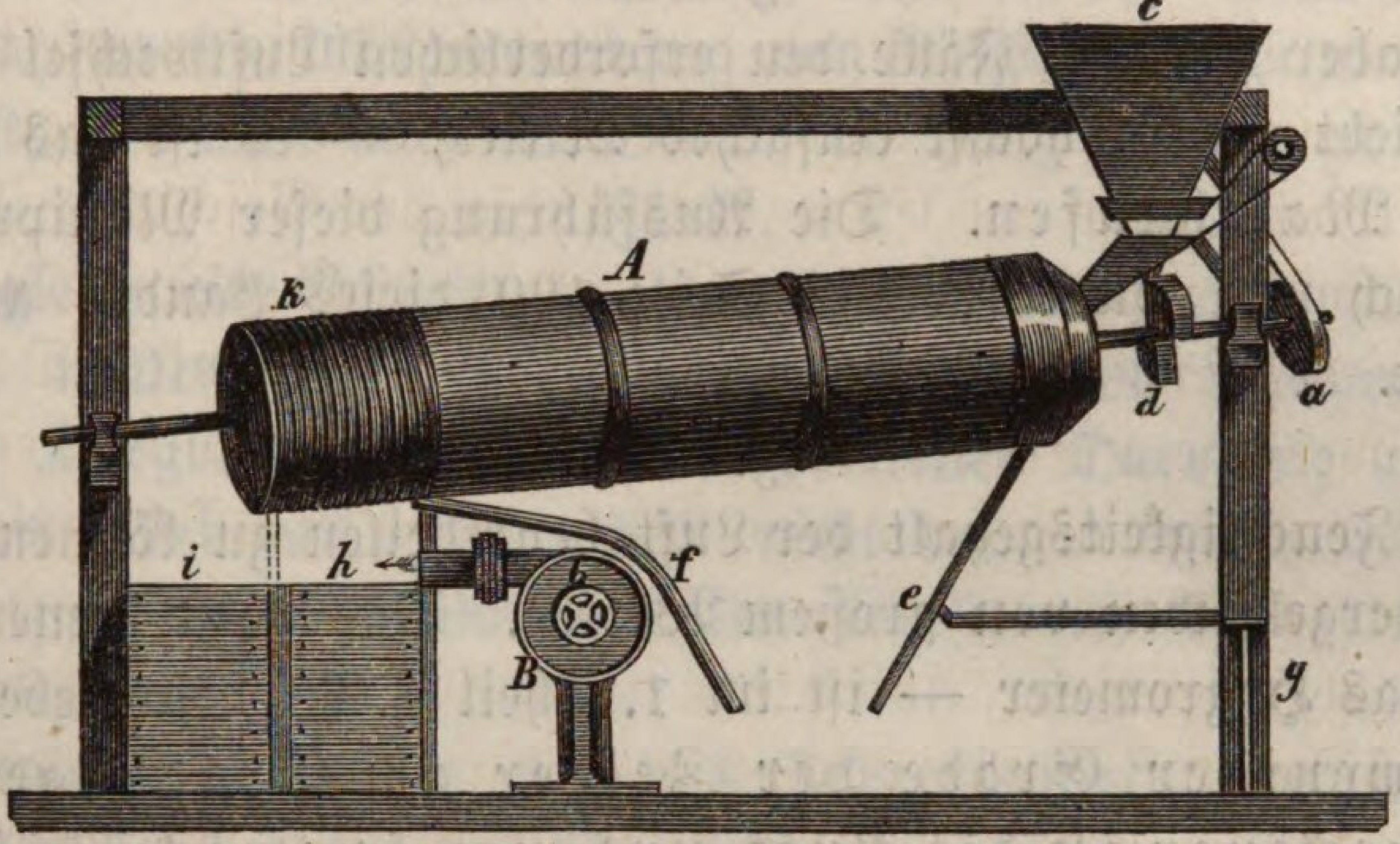
Die Haltbarkeit des Malzes im Haufen wird wesentlich gefördert, wenn man es vorher auf's vollständigste von den Malzkeimen befreit. Die Substanz dieser Keime besitzt nämlich die Eigenthümlichkeit, daß sie die Feuchtigkeit der atmosphärischen Luft in großer Menge an sich zieht und sehr fest hält. Dadurch ergreift die eintretende Bewegung zunächst die Malzkeime und pflanzt sich alsbald auf die Körner fort.

Nach alter Sitte wurde das Malz von den anhaftenden Keimen

durch Treten befreit. Die Keime brechen außerordentlich leicht ab, so lange das Malz warm ist. Man zögere deshalb (bei trockenem Wetter) nicht, das Malz frisch von der Darre weg dieser Tanzoperation zu unterwerfen.

Statt dieses gemüthlichen Gebrauches kommen nun immermehr die Malzfegen oder Putzmaschinen in Aufnahme. Fig. 64 zeigt eine solche.

Fig. 64.



A ist ein schrägliegender Draht-Cylinder von 4 Meter Länge und 1 Meter Durchmesser. Im obern Theile des Cylinders (bis zu $^3/_4$ der Länge) liegen die Drähte in der Richtung der Axe, und zwar so nahe an einander, daß kein Malzkorn hindurchfallen kann. Im untern Ende k dagegen laufen die Drähte in der Richtung des Umfanges und stehen so weit von einander ab, daß das Malz Raum zum Durchfallen hat. Durch den Trichter c wird das Malz eingeschüttet in den Cylinder, der durch den Treibriemen bei a in Drehung gebracht ist. Die Axe des Cylinders trägt bei d eine Vorrichtung zum Schütteln, damit das Malz gleichmäßig abrinnt. Durch die Reibung an den Drahtwänden des Cylinders werden die Keime abgebrochen und das keimfreie Malz fällt bei k in den Kasten h, von wo es seinem Bestimmungsort zugeführt wird; die beiden äußern Wände dieses Kastens sind hoch genug gemacht, damit keine Körner daneben geschleudert werden. Gröbere Verunreinigungen des Malzes (Steine ꝛc.) werden bei k zurückgehalten und fallen in den Kasten i. Um das herabfallende Malz von anhängendem Staub zu reinigen, ist der Ventilator B angebracht, der als Blasebalg in der Richtung des Pfeils wirkt und alle leichten Anhängsel des Malzes nach dem

Kasten i treibt. Der Ventilator besteht aus einem Kasten von Holz oder Blech mit Thür und Oeffnungen zum Luftzutritt; — inwendig sind auf einer Axe die Windflügel von Stahlblech b befestigt, die Axe muß in der Minute etwa 1000 Umdrehungen machen, f ist eine Schutzwand, um die Keime vom Kasten h ferne zu halten, e schützt die Zapfenlager vor dem Staube, g ist die Thür zur Beseitigung der Keime. Der ganze Apparat steht in einem Verschlag von Brettern.

§. 44.

Um aber für alle Fälle den erforderlichen Luftwechsel zu unterhalten, giebt es ein höchst einfaches Mittel, — es ist das Drainiren der Malzhaufen. Die Ausführung dieser Manipulation ist sehr einfach und wurde bereits Seite 100 dieses Bandes ausführlich besprochen.

§. 45.

Den Feuchtigkeitsgehalt der Luft beurtheilen zu können, ist nach dem Vorhergehenden von großem Werthe. Das dazu dienende Werkzeug — das Hygrometer — ist im 1. Theil §. 69 beschrieben.

Je weniger Grade der Zeiger am Gradbogen zeigt, um so trockener ist die Luft und um so zweckmäßiger für das Aufbringen des Malzes auf die Vorrathskammern. Unter diesen Umständen läßt man dem Zutritt der Luft zu den Haufen freien Spielraum, im andern Falle werden die Fensteröffnungen gesperrt und das Malz vorläufig in größere Haufen gesetzt und durch Umhüllung mit Hopfensäcken vor dem raschen Erkalten geschützt.

Siebenter Abschnitt.

Größenverhältnisse des Malzhauses.

§. 46.

Die Beantwortung der Frage: „wie groß müssen die Räumlichkeiten und Vorrichtungen eines Malzhauses bei einer gewissen Leistungsfähigkeit sein?“ hängt auf's Engste mit der befolgten Malzmethode zusammen. Hat man sich einmal für das eine oder andere Verfahren der Mälzerei — also für langsameres oder rascheres Wachsen der

keimenden Gerste — entschieden, so wird auch die Frage der Größenverhältnisse auf die präciseste Weise zur Erledigung kommen können.

Als Ausgangspunkt für unsere Betrachtung dient die Malzmenge, welche jährlich producirt werden soll, sei es nun für den Bedarf einer Brauerei oder für den Markt. Daß man auch im erstern Falle nicht mit großer Aengstlichkeit zu verfahren braucht, beruht in dem Umstande, daß der Brauer auch stets ungemalztes Getreide mit verwenden kann, und es in Nothfällen auch thun wird. Nur in solchen Brauereien, wo die Mitverwendung von Rohfrucht bereits zur Regel erhoben ist, hat man auch den Bedarf an Malz schärfer zu ermitteln.

§. 47.

Um gleich ein Beispiel in den Lauf unserer Besprechung einzuflechten, wollen wir die Jahresproduktion des Malzwerkes auf 1,000,000 Kilogramm oder 22,000 Hektoliter Darrmalz annehmen. Wir wollen dabei auch „Zuwachs" nicht rechnen und zur Lieferung dieses Malzquantums 22,000 Hektoliter Gerste als Bedarf aufstellen.

Es fragt sich jetzt:

a) wieviel Arbeitstage man das Jahr hindurch (wegen etwa zu hoher Temperatur des Malzkellers) ausfallen lassen muß? und

b) wieviel Tage man dem Keimen eines Malzhaufens widmen will?

Zu a) wollen wir annehmen, daß nur von Anfang September bis Ende April, also etwa 240 Arbeitstage hindurch, gearbeitet werden soll.

Zu b) wollen wir weder die galoppirende Mälzerei mit 4 Tagen, noch die 14tägige der Engländer wählen, sondern eine 8tägige Wachszeit wählen. Dann zerfällt offenbar das zu verarbeitende Gerstenquantum in $\frac{240}{8} = 30$ Portionen. Und jede Portion verlangt $\frac{22000}{30} = 733$ Hektoliter.

§. 48.

Beim Einquellen vermehrt die Gerste ihren Raum um $^1/_5$, d. h. aus 5 Maaß guter Gerste werden 6 Maaß. Danach ist also jede Gerstenportion (= 733 Hektoliter) mit $^6/_5$ zu multipliciren, um den Raum der geweichten Gerste zu erhalten. Der Quellstock hat also für obige Keimzeit (8 Tage) einen Inhalt von $\frac{733 \times 6}{5} = 880$ Hektoliter. Und um dem überstehenden Wasser Platz zu schaffen, giebt man noch etwa 15 Centimeter Raum über der geweichten Gerste.

§. 49.

Für die Größe der Malztenne ist maßgebend, daß 1 Kubikmeter trockne Gerste etwa 26 Quadratmeter Wachstenne erheischt.

Da nun 1 Kubikmeter = 1000 Liter oder 10 Hektoliter ist, so repräsentirt die quellreife Gerste einen Raum von 73.3 Kubikmeter und verlangt $73.3 \times 26 = 1900$ Quadratmeter Flächenraum zur Malzarbeit.

Durch die Keimentwicklung werden aus 11 Raumtheilen geweichter Gerste 13 Raumtheile Grünmalz, — wir erhalten also aus obigem Quantum $\frac{880 \times 13}{11} = 1040$ Hektoliter Grünmalz.

Der Flächenraum des Schwelkbodens stellt sich (s. oben S. 170) auf $733 \times 3.25 =$ etwa 2500 Quadratmeter fest.

§. 50.

Für die Größe der Darrfläche sind aber mehrere Nebenrücksichten zu nehmen, z. B. ob blos geschwelktes Malz gedarrt wird, ob die Darre kontinuirlich beheizt wird u. s. w. Die Anhaltspunkte, welche wegen der Größenverhältnisse der Darrfläche gegeben werden, weichen deshalb außerordentlich von einander ab.

Man reicht für alle Fälle aus, wenn man der Darre $1/4$ der Fläche des Keimplatzes bewilligt, — also im vorliegenden Falle $\frac{1900}{4}$ = 475 Quadratmeter.

Wird gut geschwelkt, so kann die Fläche kleiner sein, selbst bis zu $1/6$ des Keimplatzes herab.

Dritte Abtheilung.

Die Würzebereitung.

Erster Abschnitt.

Der Maischproceß.

---

§. 1.

Zweck des Maischprocesses ist

a) die Umwandlung des Stärkemehls in Glykose und

b) die Auflösung der löslichen Eiweißstoffe.

Es ist aus dem Vorausgegangenen wol ersichtlich, daß diese Aufgabe ohne besondere Schwierigkeiten zu lösen ist. Man kann aber noch eine Erweiterung des Zwecks dadurch herbeiführen, daß man durch fortgesetztes Kochen des Elastins der Treber auch die Umwandlung dieses unlöslichen Eiweißstoffs in die braune Form zum — wenn auch nur kleinen — Theil bewirkt. Dadurch wird denn natürlich eine etwas größere Extrakt-Ausbeute aus dem Malz oder Getreide zum Vorschein kommen, aber dieser Extrakt hat eine andere Zusammensetzung. Solche Extrakte enthalten nämlich weniger Zucker und mehr Eiweißstoffe, als diejenigen Würze-Extrakte, bei deren Herstellung das anhaltende Kochen des Maischmaterials unterlassen wurde.

Dieser Unterschied in der Zusammensetzung der Würze-Extrakte überträgt sich selbstredend auch auf die daraus hervorgehenden Biere. Nehmen wir Würzen von gleichem Extraktgehalt, also gleichen Saccharometergraden — die eine ist ohne Kochen des Maischgutes (durch das Infusions- oder Wassermaisch-Verfahren) dargestellt, bei der andern wurde das Maischgut zum Theil gekocht (Dekoktions-Verfahren oder Dickmaisch-Brauerei).

Beide Würzen werden unter gleichen Umständen in Gährung gebracht. Die Gährungsdauer wird zwar kaum Unterschiede heraus=

stellen; dagegen aber wird uns die Beobachtung des Saccharometers lehren, daß das der Infusions-Würze entstammende Jungbier reicher an Alkohol und ärmer an Extrakt ist, als das Bier aus der Dekoktionswürze.

In Folge dessen ist denn auch der Geschmack der beiden Biere wesentlich verschieden, — das Infusionsbier ist blasser von Farbe, mehr weinartig von Geschmack und wenig klebend, das Dickmaisch-Bier dagegen ist dunkler (in Folge des größern Gehalts an Eiweißstoffen), weniger geistig und von pappigem, substantiösem Geschmack, es ist „vollmundig". Daraus erhellt denn, daß

das Brauverfahren den Charakter des Bieres hauptsächlich bedingt.

Andere Einflüsse, welche noch dabei mitspielen, werden wir gelegentlich kennen lernen, — aber auch diese lassen sich meistens zurückführen auf das größere oder geringere Vorherrschen der Eiweißstoffe. Dahin gehört denn auch die Einwirkung der

Mischung des Maischmaterials.

§. 2.

Bekanntlich pflegt man da und dort — hauptsächlich aus ökonomischen Gründen — nicht blos reines Malz beim Einmaischen zu verwenden, sondern man setzt demselben eine Quantität ungemalztes Getreide oder auch Kartoffelstärkemehl zu*). Durch diesen Zusatz aber erleidet der Charakter des Bieres eine sehr wesentliche Veränderung. Erinnern wir uns, daß eine der wichtigsten Folgen des Malzprocesses in der Vermehrung der löslichen Eiweißstoffe auf Kosten der unlöslichen bestand. Diese Umwandlung hat die Rohfrucht nicht erlitten, — alles Kochen ist nicht im Stande, den Mangel an löslichen Eiweißstoffen zu ersetzen, — deshalb werden sogar die mit Rohfrucht gebrauten Dickmaisch-Biere stets weniger vollmundig als die mit reinem Malz bereiteten.

Noch tiefer einschneidend ist die Wirkung des Stärkemehl-Zusatzes, weil dadurch lediglich der Gehalt an Glykose vermehrt und die Menge der Eiweißstoffe immer mehr in den Hintergrund gedrängt wird; — der Charakter des Bieres ist ganz und gar anders geworden.

---

*) Der Zusatz von Zucker gehört nicht hierher, — er geschieht nicht beim Einmaischen, sondern später.

Die Frage bleibt nun aber, ob denn auch die Zungen der Konsumenten, welche doch in oberster Instanz über den Werth oder Unwerth eines Bieres zu Gericht sitzen und nach eignem souveränen Ermessen abzuurtheilen haben, auch einverstanden sind mit der vollzogenen Wandelung der wesentlichsten Eigenschaft des Bieres. Aus vielen Erfahrungen ist mir bekannt, daß man trotz der übrigen Tugenden des Stärkemehl-Bieres in der Regel den Mangel an Vollmundigkeit vermißte.

Wollte nun der Brauer den Stärkemehlzusatz aus ökonomischen Gründen aufrecht erhalten wissen, so mußte er sich nach andern Hülfsquellen für die fehlenden Eiweißstoffe umsehen. Das war die Veranlassung, welche mich zur Erfindung eines Brauverfahrens nöthigte, wodurch man jedem Biere jeden beliebigen Grad von Vollmundigkeit ertheilen kann (s. Bierbrauer 1860 S. 35 und 1862 S. 34).

Die Vorbereitung des Maischmaterials.

§. 3.

Wie bei allen chemischen Processen, deren Aufgabe in einer vollständigen Verarbeitung und Aufnutzung eines Rohstoffs besteht, so ist auch hier zunächst für eine ausreichende Zerkleinerung des Materials Sorge zu tragen. Die Wege zu diesem Ziele sind verschieden, je nach der Art des Rohstoffs. Befassen wir uns zuerst mit

a) dem Malz. Das Getreidekorn hat durch das Keimen — außer den früher erwähnten chemischen Umwandelungen — wesentlich eine Auflockerung erlitten. In Folge dessen bedarf es zu seiner Extraktion nicht des Zerkleinens bis zur Mehlform, — die Bestandtheile des Mehlkörpers im Malz sind weit genug auseinander gehalten, um dem Eindringen des Wassers keinen Widerstand entgegen zu setzen. Es genügt deshalb, das Malz zwischen Walzen hindurchpassiren zu lassen, welche die Hülse zersprengen, den Mehlkörper vollständig zerdrücken, ohne aber die Hülse dabei zu zerreiben. Der Vortheil, welchen man hierdurch erringt, ist das überaus leichte Abläutern einer ganz klaren Würze. Das der Auflösung entgangene Elastin bleibt dann in den gespaltenen Hülsen zurück, beschwert die Hülse und veranlaßt, daß sie rasch an den Boden sinkt, wo sie eine Schicht bildet, die als Filtrum wirkt, d. h. auf welcher die trübenden Theile der Würze hängen bleiben.

Es ist darüber gestritten, welche Art der Zerkleinerung vorzu-

ziehen sei, — ob die zwischen glatten, eng gestellten Walzen (wie sie eben besprochen) oder zwischen geriffelten Walzen (welche ein feineres Zermalmen zulassen) oder zwischen gewöhnlichen Mühlsteinen (wobei natürlich auch die Hülse stark in Angriff genommen wird). Die Meinungen sind noch heute getheilt, weil — — die Herren nach verschiedenen Malzmethoden arbeiten.

Läßt man den Blattkeim recht weit vorschieben, so ist auch der höchst mögliche Grad der Auflockerung erreicht und für solches Malz ist das einfache Zerdrücken zwischen glatten Walzen vollkommen ausreichend. — Führt man aber die Haufen so, daß der Blattkeim nur wenig entwickelt ist, so verhält sich der Theil des Mehlkörpers, welcher nicht von demselben bestrichen ist, ungefähr wie bei der Rohfrucht, — er ist nicht aufgelockert und bedarf einer feinern Zertheilung, um gründlich extrahirt zu werden. Solches Malzschrot aber bearbeitet sich beim Infusionsverfahren schlecht und das Abläutern einer klaren Würze ist sehr erschwert. Die Maischarbeit muß deshalb auch ganz anders geführt werden. Zunächst hilft man sich durch Auflockerungsmittel, als welches gut ausgebrühtes Häcksel (fein geschnittenes Stroh) zu empfehlen ist. — Ferner ist es nothwendig, daß das schwer auflösliche Stärkemehl des ungemalzten Theiles vom Mehlkörper durch eine höhere Temperatur zum Verkleistern gebracht und dann in den Bottich zurückgeleitet wird. Zu dem Ende wird dafür gesorgt, daß das durch kräftiges Maischen losgeschwemmte Stärkemehl, welches den Bodensatz unter den Seihplatten (Unterteig) bildet, aus dem Maischbottich entfernt und im Kessel erst gekocht wird, worauf man es in den Bottich zurückbringt. Dadurch darf die Temperatur aber keinenfalls über 75° hinaus gesteigert werden, weil sonst die Glykosegährung nicht mehr eintritt. Deshalb ist auch das englische Infusionsverfahren — wobei die Temperatur im Bottich durch einen einmaligen Zusatz von heißem Wasser bis auf 75° gesteigert wird — hier schlechterdings nicht anwendbar. — Die Dekoktionsmethode dagegen ist bei solchem feingemahlenen Malz ganz in ihrem Fahrwasser, wie wir später sehen werden.

Diese Ursachen haben denn auch die praktischen Brauer verschiedener Länder längst auf die der befolgten Malzmethode entsprechende Art der Zerkleinerung geführt. In England und Schottland, wo man dem Blattkeim eine recht vollständige Entwicklung gönnt, benutzt man glatte Walzen und das Infusionsverfahren. In Bayern,

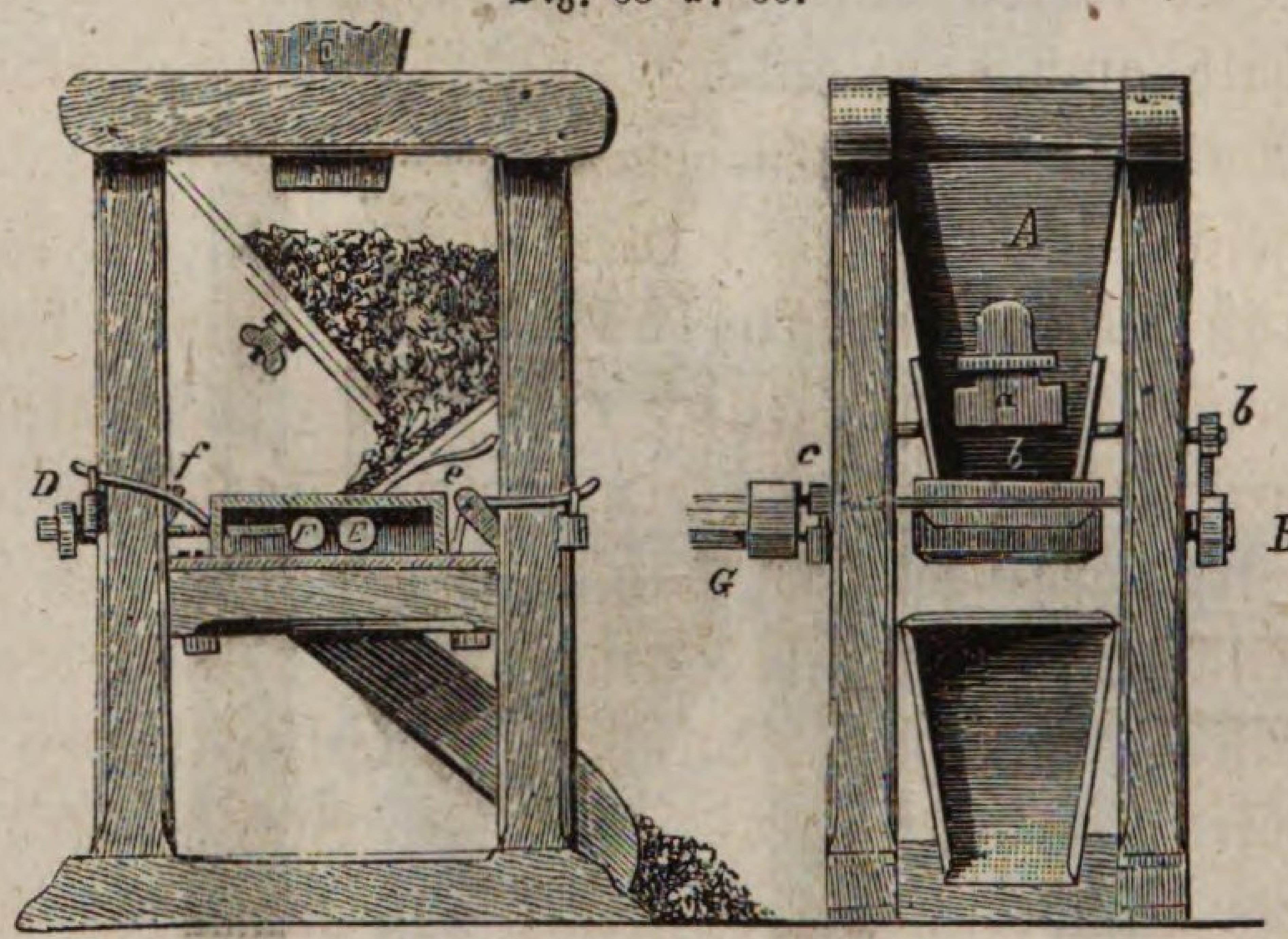
wo man den Blattkeim wenig zur Geltung kommen läßt, greift man da und dort noch zu den Mühlsteinen, aber man kocht Dick- und Lautermaisch; glatte Walzen wendet man da fast nirgends an, sondern geriffelte.

Das Zerquetschen der Körner zwischen Walzen erheischt ein durchaus trocknes, sprödes Malz, — während dem Schroten auf den gewöhnlichen Mahlmühlen ein Annetzen des Malzes mit Wasser vorausgehen muß, damit die Hülse einigermaßen zähe wird und dann nicht zu Pulver zerrieben werden kann.

§. 4.

Bei den Malzquetschen mit glatten Walzen bewegen sich diese letztern entweder mit gleicher Geschwindigkeit, d. h. sie haben gleichen Durchmesser, oder die Walzen sind von ungleichem Durchmesser und die Geschwindigkeiten verschieden. In letzterm Falle wird das Malz nicht nur gedrückt, sondern namentlich auch die Hülse zerrieben.

Fig. 65 u. 66.



Die Figuren 65 und 66 zeigen uns eine Malzquetsche (Malz-Schrotmühle) mit gleich großen Walzen. Zuoberst ist die Hose, durch die das Malz vom Speicher in den Trichter A fällt, von wo es zwischen die Walzen E und F gelangt. D ist die Stellschraube, welche das Zapfenlager der Walze vorschiebt, um eine angemessene Zerkleinerung des Malzes zu bewirken. G ist die Welle der Axe, mittelst welcher die eine der Walzen gedreht wird, — die Zahnräder B pflanzen die Bewegung auf die andere Walze fort. b ist ein Hebel an dem einen Ende der Welle, welche durch das hölzerne Gestell geht; — er greift in die Zähne eines Zahnrads ein, wodurch dieses Rad bei seiner Umdrehung abwechselnd gehoben wird. In der Mitte der Welle ist ein Hebel e angebracht, welcher mit dem Troge in Berührung kommt, der unter dem Trichter A hängt, so daß hierdurch ein Schütteln des Troges und gleichförmiges Durchlaufen des Malzes bewirkt wird. Ein Schiebebret regulirt den Abfluß des Malzes.

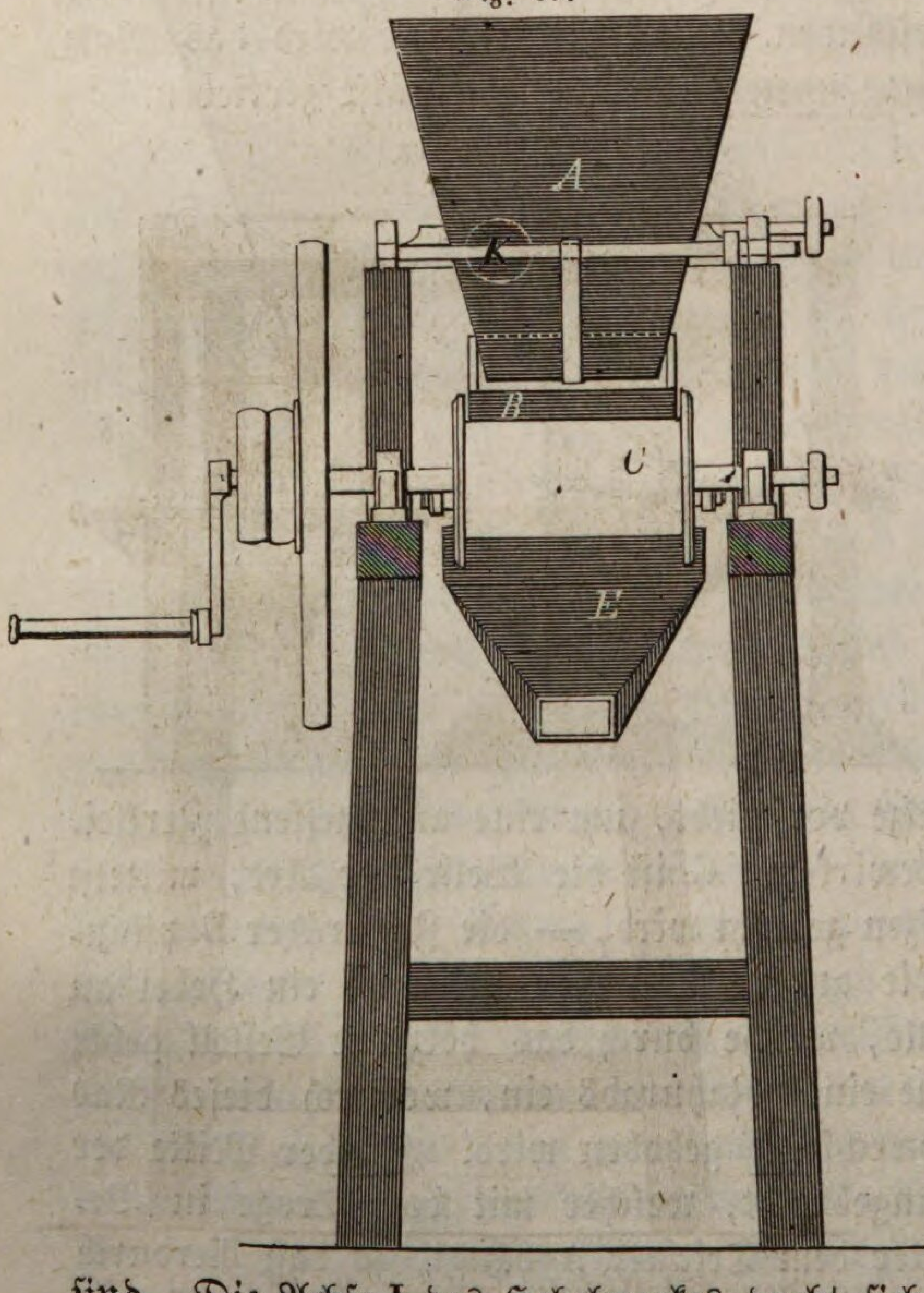
f sind Schabeisen, deren Ecken mittelst eines Gewichtes an die Walzen gedrückt werden, um das an der Walze hängen gebliebene gequetschte Malz abzukratzen. Eine Vorrichtung zum Zurückhalten von etwaigen Steinchen, Nägeln u. dergl., die die Walzen beschädigen würden, ist nicht vorhanden, — es muß das Malz deshalb vorher durch ein Siebwerk gehörig gesäubert werden.

§. 5.

Diesem letzteren Uebelstand hilft die Schrotmühle mit beweglicher Walze (wie solche von Franz Peters in Eupen bei Aachen angefertigt wird) vollständig ab.

Nebenstehende Fig. 67 zeigt die Vorderansicht, Fig. 68 die Seitenansicht und Fig. 69 das Hebelwerk derselben.

Fig. 67.



Das Eigenthümliche dieser Konstruktion besteht darin, daß die kleinere der beiden Quetschwalzen D in einem Hebelwerk hängt, welches dazu dient, Steine, Nägel und sonstige harte Gegenstände, welche den Walzen schaden könnten, zu beseitigen.

Das Hebelwerk besteht aus den beiden Hebelarmen F F Fig. 69, welche an der Achse I befestigt sind und an deren einem Ende die Lager H H angebracht sind, in welchen sich die Walze D dreht, während an den anderen Enden die verschiebbaren Gegengewichte GG befestigt sind. Die Achse I des Hebelwerkes dreht sich in dem Lager R Fig. 68.

Beim Gebrauch der Maschine wird das Malz in dem Trichter A

Fig. 67 und 68 aufgegeben, und läuft von hier aus durch die Rinne B in einem gleichmäßigen Strahle, welcher durch die Schüttelvorrichtung K regulirt wird, zwischen die große Walze C und die kleine D und von hier aus durch die Rinne E als geschrotenes Malz ab.

Sollte nun ein Stein oder sonst dergleichen zwischen die Walzen kommen, so weicht die kleine Walze, im Falle sie nicht zu groß ist, zurück und läßt denselben hindurch; ist der Gegenstand aber größer, so wird er durch die kleine Walze vermittelst der durch den Widerstand erzeugten Federkraft des Hängewerkes herausgeworfen, und wird also auf diese Weise jegliche Gefahr beseitigt.

§. 6.

Fig. 69.

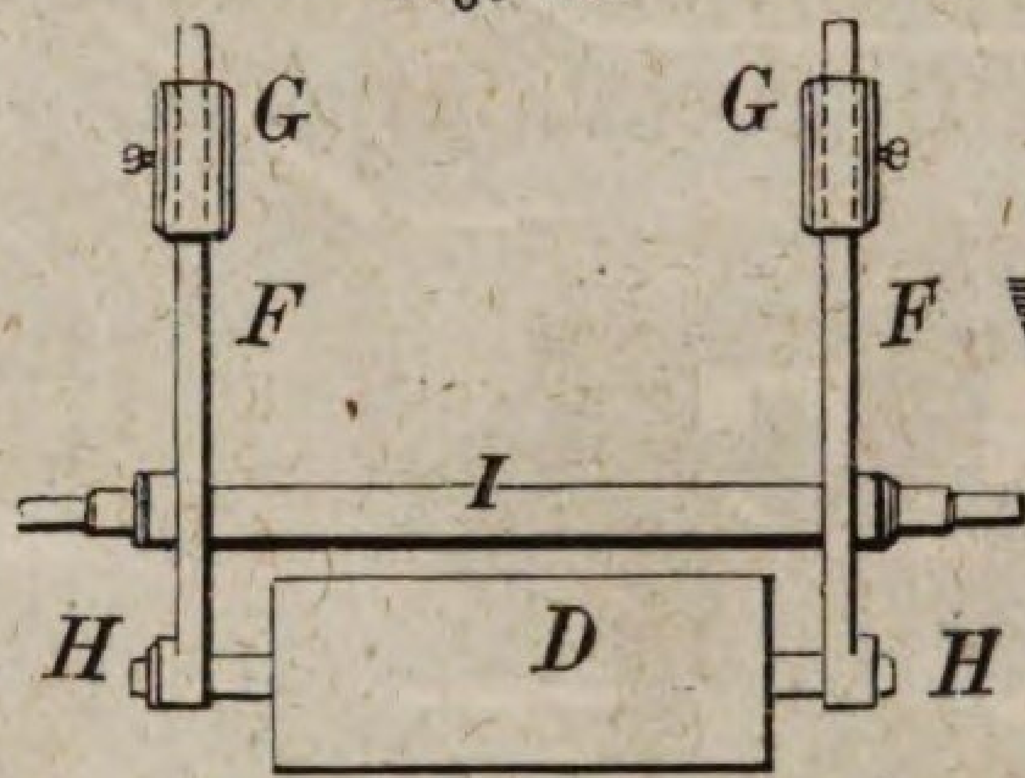
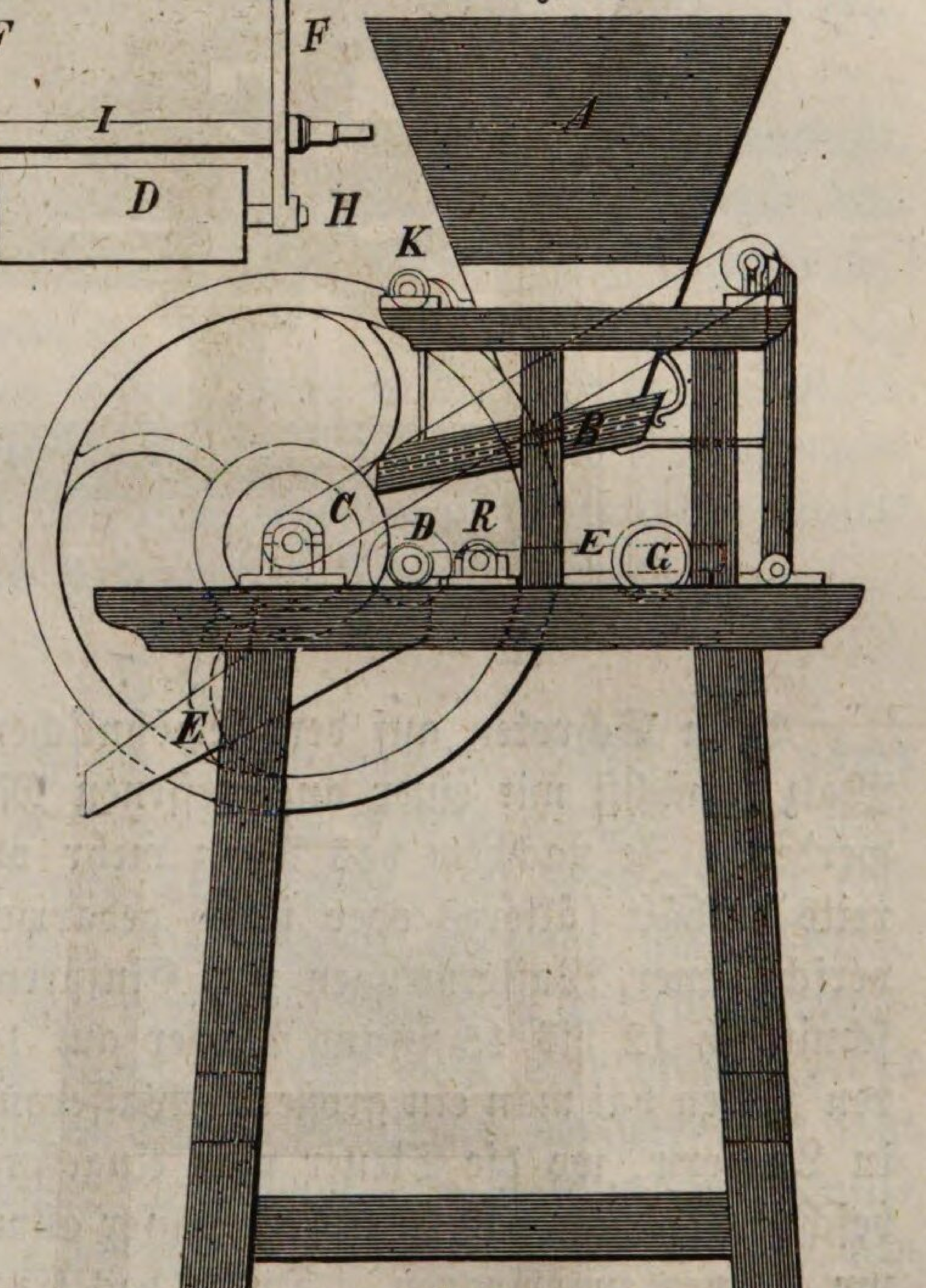


Fig. 68.

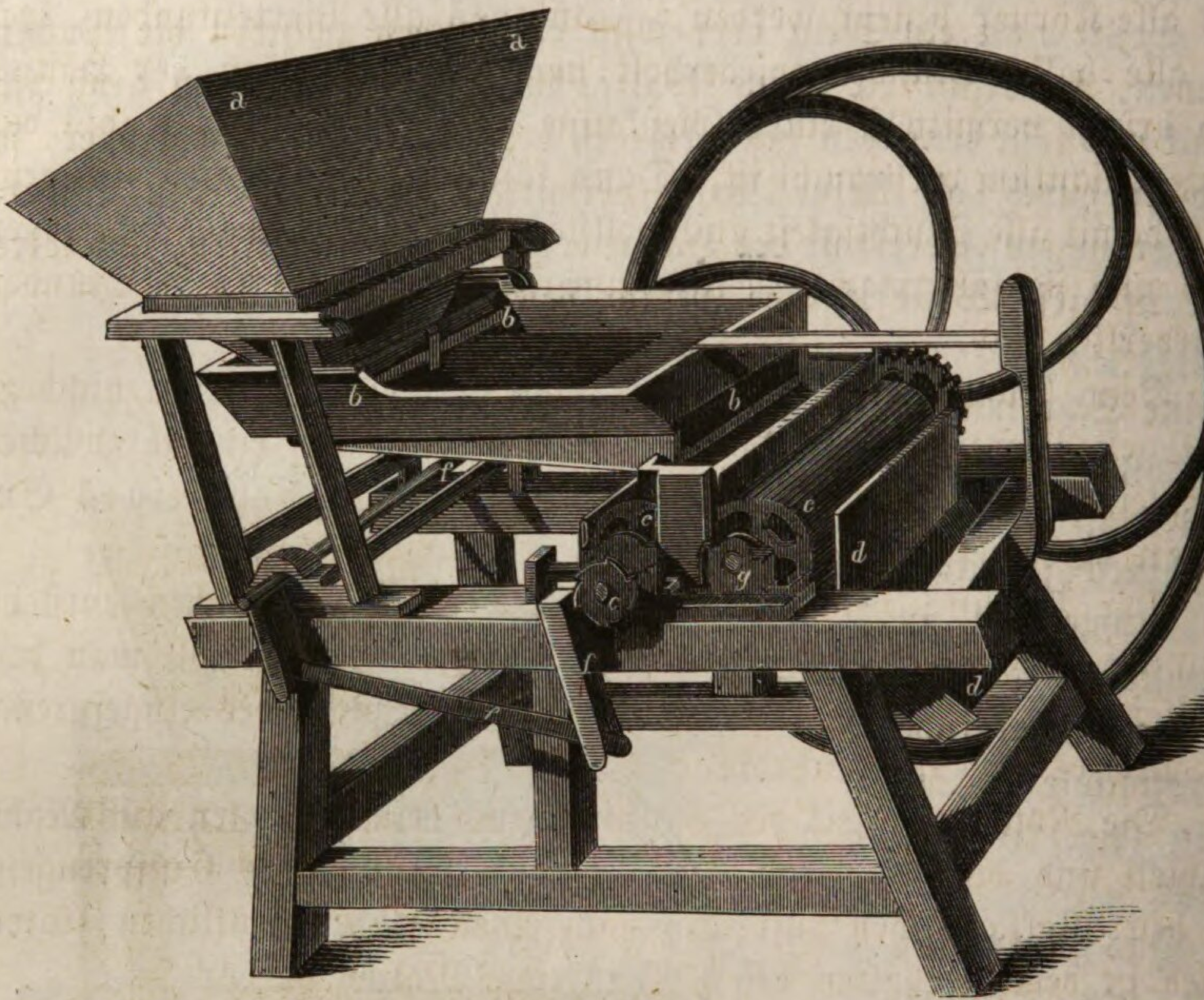


Eine Schrotmühle mit geriffelten Walzen ist die vom Maschinen-Fabrikanten Blumenthal in Darmstadt konstruirte sog. „Rheinische Schrotmühle“. Sie ist in Fig. 70 dargestellt.

Das Malz fällt durch den Trichter a a auf die durch ein Schüttelwerk in Bewegung gehaltene Siebvorrichtung b b (mit doppelten Sieben), wodurch etwaige Beimengungen (Reiser, Nägel u. s. w.) zurückgehalten werden. Von da gelangt es zwischen die in eigenthümlicher Weise geriffelten Walzen e e, wo es durch Benutzung der Stellschrauben g, welche an den Zapfenlagern angebracht sind, feiner oder gröber zerquetscht werden

kann. Das zerquetschte Malz läuft durch den Trichter d d weiter. c ist ein Rad mit Daumen, welche das Hebelwerk f f und dadurch die Siebvorrichtung b in schüttelnde Bewegung bringen.

Fig. 70.



§. 7.

Beim Schroten auf den gewöhnlichen Mahlmühlen muß das Malz zunächst mit einer angemessenen Menge Wasser „eingesprengt" werden. Je nachdem das Malz mehr oder weniger Feuchtigkeit bereits enthält (älteres oder frisch gedarrtes Malz), bedarf man auch verschiedener Wassermengen zum Einsprengen, — man rechnet durchschnittlich 12 bis 15 Pfund Wasser auf 100 Pfund Malz. In früheren Zeiten hat man ein größeres Wasserquantum genommen, — allein in Ländern, wo die Steuer vom eingesprengten Malze erhoben wird, beschränkte man das Einsprengwasser allmälig auf das kleinste Maaß, um Steuer zu ersparen. Durch das Einsprengen nimmt das Malz auch wieder an Umfang zu und zwar um so mehr, je größer der Wasserzusatz war, — man nimmt an, daß durch diesen Raumzuwachs aus 6 Maaßtheilen trocknen Malzes durchschnittlich 7 Maaßtheile eingesprengtes hervorgehn.

Beim Einsprengen wird das Malz auf einer gepflasterten Tenne in einen sattelförmigen Haufen gesetzt, in die Vertiefung auf der Oberfläche gießt man einen Theil des Einsprengwassers und läßt es in den Haufen eindringen. Dann wird der Haufen umgearbeitet, so daß alle Körner benetzt werden, — anfangs alle Viertelstunden, später alle halbe Stunden wiederholt man dieses Wenden der Haufen und bringt vermittelst einer Gießkanne allmälig Wasser zu, bis das ganze Quantum verbraucht ist. Dann läßt man dem Haufen genügend Zeit, damit alle Feuchtigkeit auch vollständig von der Schale aufgesogen wird und sie zähe macht, wozu immerhin mindestens 6 Stunden erforderlich sind.

Beim Schroten ist darauf zu achten, daß die Steine nicht zu nahe gestellt werden und daß nie zu viel Malz auf einmal zwischen die Steine komme; es würde dadurch leicht ein nachtheiliges Erhitzen herbeigeführt werden.

Der Verlust, welcher beim Schroten durch Verstauben entsteht, kann auf etwa 2 Procent veranschlagt werden, — mehr soll man dem Müller nicht vergüten bei der Kontrole der Gewichte des eingesprengten Malzes und des Schrots.

Die Nothwendigkeit des Einsprengens beim Schroten auf Mahlmühlen und die Nothwendigkeit der Unterlassung des Einsprengens bei den Malzquetschen ruft nun auch einen sehr wesentlichen Unterschied in dem Verhalten des zerkleinerten Malzes hervor.

§. 8.

Das aus eingesprengtem Malze erzeugte Schrot darf nicht zu lange aufbewahrt werden, — in Säcken darf es nicht über 12 Stunden stehen, bei warmer Temperatur tritt schon früher eine nachtheilige Veränderung ein. Das Schrot erwärmt sich nämlich, verliert seinen Wohlgeruch oder vertauscht denselben mit einem unangenehmen Beigeruch und es bildet sich eine mehr oder minder große Menge Milchsäure. Um solchen Widerwärtigkeiten vorzubeugen, läßt man das Schroten erst wenige Stunden vor dem Beginn des Brauens bewerkstelligen — oder man pflegt auch solches Malzschrot vor dem Einmaischen abzukühlen*). Man ist der Meinung, daß ein Malz-

*) Wenn nun aber einmal unglücklicher Weise durch die Nachlässigkeit eines Arbeiters eine solche nachtheilige Veränderung des Malzschrotes sich durch Erwär-

schrot, welches nicht vorher vollständig abgekühlt ist, beim Einmaischen eine schwächere Würze liefere; ich habe das nicht bestätigt gefunden.

Ganz anders gestaltet sich das Verhalten des auf Malzquetschen ohne vorheriges Einsprengen erhaltenen Schrotes. Da tritt eine nachtheilige Veränderung nicht ein, weil's am Wasser fehlt. Man hat im Gegentheil die Erfahrung gemacht, daß solches Malz, wenn es einen oder zwei Tage an einem kühlen Orte aufbewahrt wurde, (wobei es atmosphärische Feuchtigkeit anzog, ohne sich zu erwärmen), sich leichter maischen läßt.

Diese Erscheinung hat ihren guten Grund in dem geringen Fettgehalt des Malzes, der das Benetzen desselben erschwert und deshalb auch dem raschen Eindringen des flüssigen Wassers einigen Widerstand leistet. Ist aber das Malzschrot erst einmal durch gasförmiges Wasser in einen feuchten Zustand übergeführt, dann dringt auch das flüssige Wasser leichter in das Innere des Schrots. Das ist denn auch der Grund, weshalb bei manchen Braumethoden das Malzschrot nicht gleich mit dem Wasser gemischt (eingeteigt) wird, sondern auf dem warmen Maischwasser gleich einem Kuchen kurze Zeit schwimmen muß, d. h. dem Wasserdunst ausgesetzt wird, — wornach das Maischen leicht von Statten geht.

Wenn man indessen behauptet hat, das auf Malzquetschen gebrochene, also trockne Schrot dürfe nicht mit kaltem, sondern müsse mit lauwarmem Wasser eingeteigt werden, weil außerdem viel kleine Klümpchen entständen, die sich nicht lösen würden: so muß ich dem aus Erfahrung widersprechen. Der Leser wolle sich meine später zu besprechende Methode der Brauerei mit direktem Dampf deshalb ansehen.

§. 9.

b) Die Mitanwendung der ungemalzten Getreide erheischt stets eine recht vollständige Zerkleinerung derselben.

Weil dem Korn die durch das Malzen herbeigeführte Auflockerung fehlt, muß man es fein schroten, um dem Stärkemehl möglichst gut beikommen zu können!

Daß hierbei das Pulverisiren der Hülse unvermeidlich ist, liegt

---

men anmeldet, — was dann? — Ist auch die bereits geschehene Umwandlung nicht wieder gut zu machen, so kann man doch ferneren Beschädigungen vorbeugen durch Zusatz von etwas Knochenkohle beim Einmaischen.

auf der Hand, — man kann deshalb auch nicht auf eine Wirksamkeit der Hülsen als Filtrationsmittel (um eine leicht abfließende, klare Würze zu gewinnen) rechnen und muß seine Zuflucht zu den Auflockerungsmitteln (Häcksel, Weizenspreu 2c.) nehmen.

Eine andere Vorbereitung, die dem Maischproceß meistens vorangeht, ist

das Einteigen,

§. 10.

eine Operation, welche eine höchst innige und gleichmäßige Durchdringung des Malzschrotes mit einem Theil des Maischwassers anstrebt. Die Art und Weise des Einteigens ist bei den verschiedenen Braumethoden ziemlich verschieden. Betrachten wir uns zunächst einige dieser bisherigen Gebräuche, um dann eine Neuerung betreffs des Einteigens ins Auge zu fassen.

In Betreff des Verhältnisses zwischen Wasser und Malzschrot weichen die verschiedenen Methoden hauptsächlich aus dem Grunde von einander ab, weil

beim Infusionsverfahren die Steigerung der Temperatur im Maischbottich (bis zu der gewünschten Verzuckerungstemperatur) durch Zugabe von heißem Wasser geschieht, — während

beim Dekoktions- oder Dickmaischbrauen derselbe Zweck durch wiederholtes Erhitzen von einem Theil des eingeteigten Maischgutes bis zum Kochen und Zurückbringen in den Bottich erstrebt wird.

Erwägt man nun, daß beide Braumethoden in ihren Bestrebungen rücksichtlich der Brennstoffökonomie übereinstimmen und deshalb darauf Bedacht nehmen müssen, daß die abfließenden Würzen nicht gar zu verdünnt sind und zur Concentration einen großen Brennstoffaufwand erheischen, so leuchtet es ein, daß

beim Infusionsverfahren weniger Wasser zum Einteigen genommen werden muß, weil das zuzusetzende heiße Wasser unverkürzt in die Würze gelangt, — wogegen

beim Dickmaischkochen stets ein Theil Wasser verdampft wird, so daß die zum Einteigen verwendete Wassermenge größer sein kann.

§. 11.

Vergleichen wir hiermit das Einteigen bei einigen Braumethoden.

A. Infusion.

Die Brauereien Englands arbeiten sämmtlich nach dem Infu-

sions-Verfahren, aber die Praxis beim Einteigen ist verschieden. Die einen Brauer bringen das Malzschrot trocken in den Bottich und lassen das erhitzte Wasser von unten einströmen, wobei das Malz gehoben wird, — auf 100 Gewichtstheile Malz etwa 167 Gewichtstheile Wasser; dann wird mit dem Maischen begonnen und wieder Wasser zugelassen u. s. w. Hierbei ist also dem Zwecke des Einteigens kein Raum gelassen. Andere bringen das gesammte erste Maischwasser mit einer Temperatur von etwa 81° in den Bottich und setzen dann schnell (damit die Temperatur schleunigst bis auf 75° sinkt) und unter lebhaftem Umrühren (damit sich bei der gefährlich hohen Temperatur keine Kleisterklumpen bilden) das ganze Malzschrot zu. Diese Praxis kann man aber sicher keine rationelle nennen, weil die Kleisterbildung kaum zu vermeiden ist und zu einer mangelhaften Extraktion des Malzes führen muß. Die Resultate würden sehr mißlich sein, wenn nicht ein so leicht lösliches Malz mit sehr entwickeltem Blattkeim zur Verwendung käme. — Mit vollem Recht hat deshalb auch Tizard, Professor der Bierbraukunde in London, bei seinem Maischverfahren diese Mängel abgestellt und dem Einteigen wieder zu seinem Rechte verholfen. Er zerrührt je 100 Gewichtstheile Malz mit etwa 200 Gewichtstheilen Wasser von 71° und läßt das Gemenge $1^1/_2$ Stunden lang im verdeckten Bottich stehen, ehe zu weiterer Temperatursteigerung geschritten wird.

Die Brauereien in Norddeutschland, in welchen sich das Dickmaischbrauen noch nicht eingebürgert hat, teigen gewöhnlich 100 Malz mit etwa 140 Wasser von etwa 38° ein. — In fast gleicher Weise wird auch in Holland gearbeitet.

§. 12.

Ganz anders gestaltet sich das Verhältniß beim Einteigen in den Ländern, in welchen

B. das Dekoktionsverfahren

landesüblich ist. Da werden auf je 100 Gewichtstheile Malz 400—450 Gewichtstheile Wasser zum Einteigen verwendet. Bezüglich der Temperaturen des Wassers gehn die Gewohnheiten auseinander. In München z. B. bringt man das Malz in den mit kaltem Wasser beschickten Maischbottich und läßt die eingeteigte Masse 2 bis 3 Stunden ruhen. In Böhmen stellt man die Temperatur des Wassers im Bottich auf 32—40° und giebt dann das Malz hinzu; nachdem 5 Minuten tüchtig durchgemaischt ist, schreitet man zum Zusatz von

heißem Wasser, zum Dickmaischkochen 2c. Es ist also nach böhmischem Gebrauche dem ursprünglichen Zwecke des Einteigens (vollständiges Durchdringen des Malzes vom Wasser) nur enger Spielraum gelassen, — dieser Fehler ist aber durch eine andere Sitte (s. böhmisches Brauverfahren) wieder gut gemacht.

§. 13.

Zwischen der Infusions- und Dekoktionsbrauerei muß ein Verfahren eingeschaltet werden, welches nur vereinzelt Anwendung findet, aber alle Beachtung verdient, indem es neben einer recht gründlichen Ausnutzung des Stärkemehls im Malze die von den lokalen Konsumenten nicht geliebte Oberherrschaft der Eiweißstoffe zu umgehen strebt. Es ist

C. das Lautermaisch-Verfahren.

Diese Braumethode, welche bis jetzt nur in Bamberg und Umgegend heimisch ist, hat denn auch ihr ganz eigenthümliches System beim Einteigen, über welches wir uns erst verständigen können, nachdem wir über das Wesen des Verfahrens überhaupt ins Klare gekommen sind. Während man nämlich die Steigerung der Temperatur beim

Infusions- oder Wassermaischverfahren durch heißes reines Wasser, — beim

Dekoktionsverfahren oder der Dickmaischbrauerei durch wiederholten Zusatz von siedendem Dickmaisch, d. h. einem Gemenge von etwa 1 Raumtheil Malzschrot und 1½ Raumtheil Wasser, hervorbrachte, —

wird derselbe Zweck beim

Lautermaischbrauen dadurch erreicht, daß nach vollendetem Einteigen alsbald durch Abläutern eine theils mit den schwersten Stärkemehlkörnern beladene und deshalb ganz trübe ablaufende „Lautermaische" theils eine klare Würze in den Kessel gebracht und gekocht wird, wobei alles etwa vorhandene Stärkemehl jedenfalls verkleistert, zum Theil aber auch in Zucker verwandelt wird. In der Lautermaische ist ferner ein großer Theil des beim Einteigen aufgequellten Glutins mit fortgeschwemmt; auch ist das Stärkemehl der Gerste bekanntlich innig mit Eiweißstoffen verbunden, so daß auch eine Menge Eiweißstoffe beim Lautermaischkochen gebräunt werden. Die weitere Steigerung der Temperatur im Bottich wird nun vermittelst dieser Flüssigkeit in Scene gesetzt. Auf den übrigen

Verlauf der Procedur komme ich später zu sprechen, — hier haben wir es ja nur mit dem Einteigen zu thun. Und da begegnen wir der originellen Praxis, daß das Schrot trocken in den Bottich gebracht und das gesammte Maischwasser von 80⁰ Kesselwärme von unten aufsteigend in den Bottich gelassen wird, wobei das Schrot auf der warmen Flüssigkeit schwimmt und bei einer gefahrlosen Temperatur von Wasserdunst durchdrungen wird, was in verhältnißmäßig kürzerer Zeit geschieht als durch Benetzung mit flüssigem Wasser. Nach dieser Durchfeuchtung des Schrotes mit Wassergas schreitet man zum Aufmaischen, welches ½ Stunde währt, worauf das Abläutern der Lautermaische beginnt.

§. 14.

Ein sehr gründliches Einteigen findet bei D, der Satzbrauerei — wie sie in Augsburg, Nürnberg u. a. O. gebräuchlich ist — Statt. Diese Braumethode ist mit einigen Manipulationen ausgestattet, denen man gerade nicht Beifall zollen kann, — ich komme darauf bei der ausführlichen Besprechung derselben zurück. Das Einteigen aber ist so durchgreifend, wie es im Maischbottich mit den gewöhnlichen Maischapparaten nur möglich ist. 100 Malz werden mit 300—320 Theilen kaltem Wasser gemengt, — entweder bringt man das Malz zum Wasser und maischt gleich, oder man giebt das Malz in den Bottich und läßt das Wasser durch einen Seihboden, der auf das Malz gelegt ist, darüber fließen, ohne zu maischen. In dem einen Falle wie im andern bleibt die Maische 2 bis 4 Stunden ruhig stehen, — dann wird der kalte Wasserextrakt (der sog. „kalte Satz") abgelassen, wozu wiederum mehrere Stunden erfordert werden, so daß das Malz im Bottich immerhin 6 bis 8 Stunden mit Wasser in Berührung bleibt. Wenn man durch diese Manipulation nicht noch andere Zwecke erreichen wollte, so wäre ein so langer Zeitraum nicht vonnöthen, um das Malz genügend mit Feuchtigkeit zu durchdringen; — es sollen aber auch die löslichen Eiweißstoffe in den kalten Satz übergeführt werden (s. das Kapitel „Satzbrauerei").

Nachdem wir uns so die Manchfaltigkeit der Gebräuche beim Einteigen angesehen haben, erübrigt uns nun noch der Nachweis, daß eine kontinuirliche Steigerung der Temperatur all' dem Zeit- und Arbeitsverlust beim Einteigen vorzuziehen ist. Sehen wir uns diese Manipulation einmal bei der

§. 15.

F. Dampfbrauerei (mit direkt oder indirekt wirkendem Dampfe) an. Der Maischbottich enthält die gesammte zum Maischen bestimmte Menge kalten Wassers. Während die Dämpfe ihre Wirkung ausüben und das Wasser ganz allmälig erwärmen und eine Maischmaschine (oder ein sonstiges Rührwerk) die nöthige Bewegung ins Wasser bringt, fließt das Malzschrot in einem ununterbrochenen Strome in das noch kalte Wasser. Die Zertheilung ist dabei eine höchst vollständige, — ich habe niemals Klumpenbildung bemerkt; auch ließ die Extraktion des zur Hälfte aus Maismehl bestehenden Materials nichts zu wünschen übrig. Und ich kann nach meinen vielseitigen Erfahrungen bei einem mit direktem Dampfe arbeitenden Apparate die Ueberzeugung nicht zurückhalten, daß unter solchen Verhältnissen das Einteigen unnöthig ist.

§. 16.

Die durchgreifendste Art des Einteigens findet Statt bei dem vom Schotten Steel konstruirten Maischapparat. Derselbe vermittelt eine so innige Mischung des Malzschrots mit dem Wasser, daß die Mitwirkung der (später zu besprechenden) Maisch-Maschinen unnöthig wird. Ich habe im „Bierbrauer" 1862 S. 181 eine Beschreibung der ursprünglichen Konstruktion dieses Apparats gebracht, die bezüglich der Reinerhaltung Einiges zu wünschen übrig ließ. Eine mir jetzt vorliegende Zeichnung mit den in Nordamerika eingeführten Aenderungen beseitigt auch die letzten Einwürfe gegen die Zweckmäßigkeit dieser Maschine. Der Maßstab bezieht sich auf einen Apparat, welcher in der Norfolk Brewery in Roxbury bei Boston arbeitet. Binnen 25 Minuten präparirt derselbe aus etwa 4500 Kilogramm Malzschrot und heißem Wasser ein inniges Gemisch und liefert es in den Maischbottich ab.

Fig. 71 zeigt einen Längen-Durchschnitt der Maschine, Fig. 72 einen Querschnitt nach der Linie x—y, und Fig. 73 die Vorderansicht des mit dem Maischbottich verbundenen Endes.

Die Maschine besteht aus einem Cylinder von Kesselblech (etwa 7 Millimeter dick), welcher gut genietet und verstemmt ist. An dem in den Maischbottich **A** mündenden Ende des Cylinders ist der Träger **a** (s. Fig. 73) für die Achse **b** befestigt. Das andere Ende trägt einen gußeisernen Kopf mit Stopfbüchse **c** als Führung für die andere Seite der Achse. Die Achse (von 5 Centimeter Durchmesser) ist

in einem Abstand von 7—8 Centimetern von Löchern durchbohrt, welche sich abwechselnd im rechten Winkel (s. Fig. 72) schneiden. In diesen Löchern sind Stäbe von Rundeisen (16 Millimeter dick) befestigt, deren Arme bis zu 1 Decimeter Spielraum an die Wände des Cylinders vorragen.

Die Achse trägt bei c eine Riemenscheibe, durch welche etwa 500 Umdrehungen in der Minute vermittelt werden.

In den Trichter d ergießt sich das Malzschrot, der Schieber e regulirt den Abfluß desselben. Durch das Rohr f tritt das (in England und Amerika heiße, bei der Satzbrauerei 2c. kalte) Wasser ein, was der Hahn g zu überwachen hat. Sollte indessen durch Fahrlässigkeit einmal eine Stockung in der Fortbewegung der Dickmaische nach dem Bottich A hin eintreten, so hebt man den lose aufliegenden gußeisernen Deckel h h vermittelst der Handhabe i und leistet die nöthige Nachhülfe durch Wasserzuguß.

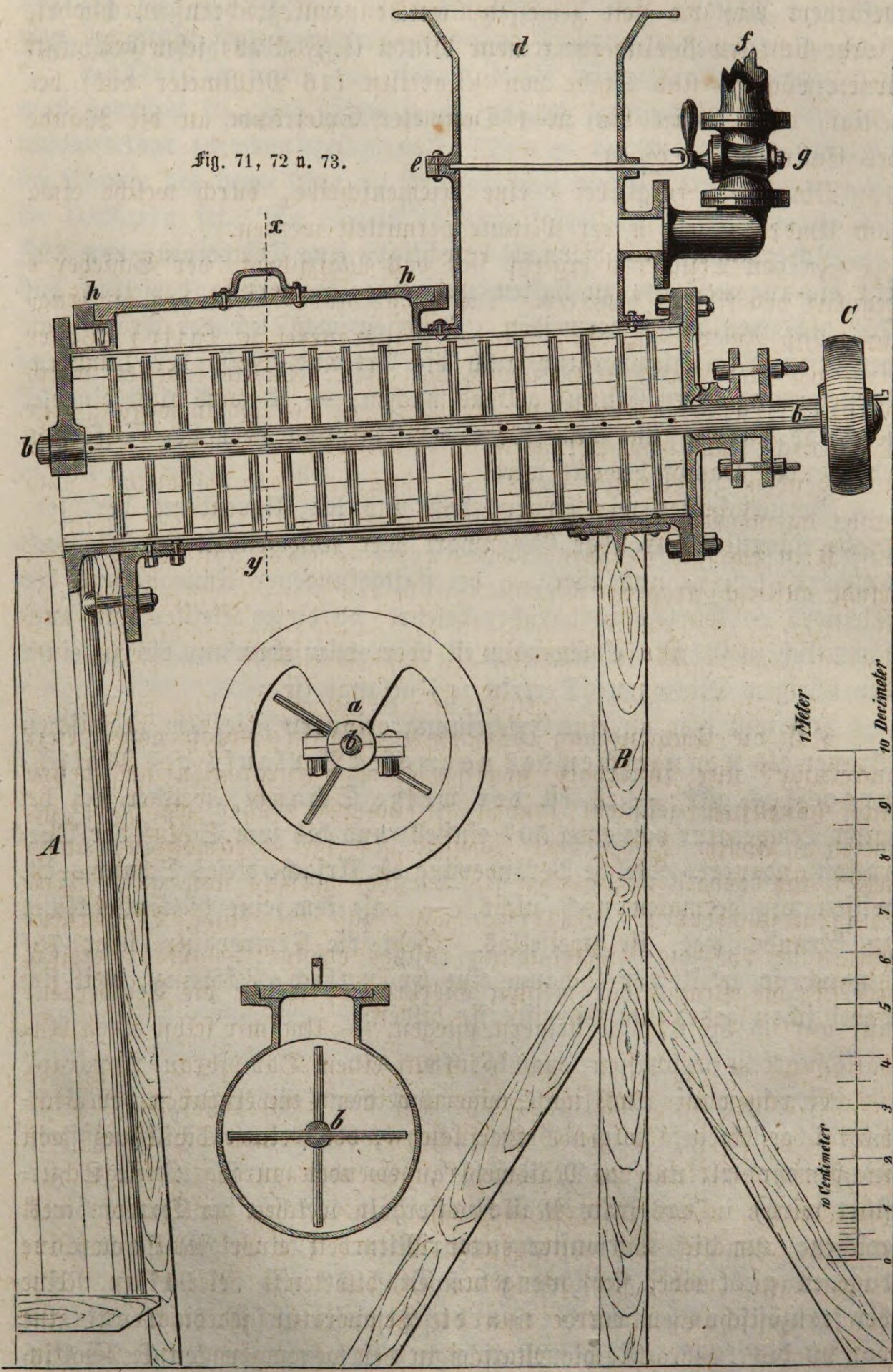
B ist das die Maschine (deren vorderes Ende auf dem Bottichrande aufliegt) tragende Gerüst.

Die Temperaturen beim Maischen.

§. 17.

Daß die Umwandlung des Stärkemehls in Glykose oder „Verzuckerung" nur innerhalb gewisser Temperaturgrenzen am besten und schnellsten geschieht, davon ist bereits früher die Rede gewesen. Welche Temperatur indessen als die zweckmäßigste anzusehen und deshalb anzustreben sei, darüber herrscht noch große Meinungsverschiedenheit. Balling sagt, daß bei einer Temperatur von nahe 75° die Zuckerbildung rascher erfolge; — Otto erklärt sich für die Praxis der meisten Bierbrauer, welche die Temperatur nur auf 65 bis 67° zu steigern pflegen. — Um mir selbst einen Anhaltspunkt zu verschaffen, machte ich mit einem Dampfbrau-Apparate, welcher eine ganz allmälige Steigerung der Temperatur im Maischbottich gestattete, folgende Versuche, wobei eine Schüttung von 80 Gerstenmalz und 20 Maismehl angewendet wurde. Diese Schüttung wurde in das kalte Maischwasser, in welches der Dampf direkt eintrat, allmälig und unter steter Mitarbeit einer Maischmaschine eingetragen (wobei sich nie Klumpen bildeten). Bei einer Reihe von Einmischungen wurde nun die Temperatur jedesmal auf eine andere Höhe gebracht, die Maische in den vorgewärmten Seihbottich

Fig. 71, 72 u. 73.


d
f
g
e
x
h
h
C
b
b
y
a
b
A
B
b
1 Meter
10 Decimeter
10 Centimeter
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

befördert und die Zeit gemessen, welche verfließen mußte, bis die Jodprobe keine Veränderung mehr blicken ließ. Und dieser Zeitpunkt trat ein

bei 65° der Maische nach 35 Minuten Ruhe,
„ 69 „ „ „ 20 „ „
„ 71 „ „ „ 30 „ „
„ 75 „ „ „ 50 „ „

Ich glaubte mich hiernach berechtigt, jene Temperatur von 69° für die angemessenste zu halten und eine Steigerung derselben auf 75° als zwecklos zu vermeiden. Indessen mag bei der Frage von der besten Maischtemperatur auch die Art und Weise der Temperatursteigerung ihren Einfluß geltend machen, — es wird nicht einerlei sein, ob dieselbe auf dem Wege der Infusion oder der Dekoktion oder durch Dampf bewirkt wird.

Berücksichtigen wir ferner, daß uns die Anwendung der Jodprobe eigentlich nur über Gegenwart oder Abwesenheit des Kleisters aufklärt, daß sie uns aber — bei stattgefundener Umwandlung des Kleisters — keineswegs darüber belehrt, ob dieser Kleister nun auch sämmtlich zu Glykose geworden ist oder ob er etwa nur bis zu einer der übrigen Stationen (Dextrin ꝛc.) gelangt ist.

Ich will hier an eine Erscheinung erinnern, die dem praktischen Brauer als Kennzeichen des normalen Verlaufs des Maischprocesses gilt, — es ist der weiße Schaum, welcher sich bei einer Temperatur von etwa 50° einstellt und bis zum Schluß der Operation andauert. Welche Veränderung die Ursache dieses Schaums ist, wissen wir dermalen noch nicht, — daß ihm eine Gasentwicklung zu Grunde liegt, ist zweifellos. Geht die Temperatur über 75° hinaus, so erhält der Schaum eine bräunliche Färbung, weil sich dabei schon gebräunte Eiweißstoffe bilden.

§. 18.

Erwägen wir auch noch, wie abweichend die Angaben der Praktiker über die gefährliche Grenze lauten, bei welcher die Eiweißstoffe nicht mehr wirken (das „Diastas", wie man zu sagen pflegt, zerstört wird). Der Franzose Rohart hält 75° für vollkommen ausreichend, um diese Verwüstung anzurichten. Der Belgier Lacambre dagegen giebt die „Zerstörung des Diastas" erst bei 94° zu. Und der französische Chemiker Gerhardt setzt dieser Gefahr die Temperatur von 90 bis 100°. Nach meinen eignen Erfahrungen konnte die Ein-

wirkung der Eiweißstoffe schon bei 80° vernichtet werden. Woher nun die große Verschiedenheit in diesen Angaben? —

Chatelain findet den Grund dieser Widersprüche darin, daß man gewohnt sei, das Diastas als einen nach chemischen Gesetzen unwandelbar zusammengesetzten Körper zu betrachten, — während die Chemie bis heute über die Bestandtheile dieses Körpers noch ganz im Unklaren sei. So kommt es denn, daß die Einen, welche die Zersetzung dieses Körpers schon bei niedriger Temperatur für statthaft halten, zu einer mäßigen Maischtemperatur rathen, — und die Andern, im guten Glauben an ein zäheres Leben desselben, getrosten Muthes bei höheren Temperaturen einmaischen. Recht aber haben alle Beide? Wie so?

Weil das Diastas kein unveränderlich zusammengebauter Körper ist!

Aus den nachfolgenden Angaben Chatelain's, die ich mit dürren Worten wiedergebe, geht hervor, daß wir es mit einer Gruppe von Stoffen zu thun haben, welche je nach der Natur des Maischmaterials von sehr verschiedener Natur sind. Das Diastas der zweizeiligen Gerste (pamelle) ist nicht dasselbe wie das der vierzeiligen Wintergerste (escourgeon); beide haben verschiedene Eigenschaften und unterscheiden sich besonders durch ihr Verhalten in der Wärme.

Mit vierzeiliger Gerste kann man die Maischtemperatur bis auf 90° treiben und man erhält eine vollständige Verzuckerung. Mit zweizeiliger Gerste oder Champagner-Gerste würde man bei einer so hohen Temperatur nichts als Dextrin erhalten, und fast der ganze Reichthum des Kernes würde in den Trebern bleiben. Diesen Unterschied hat keiner unsrer Gelehrten bemerkt. Und das ist schlimm, weil die Brauer, welche studiren wollen und sich ein Buch als Führer nehmen, entmuthigende Verluste erleiden können. Es ist deshalb nöthig, an das allgemeine Naturgesetz, welches hier eine untrügliche Grundlage bildet, zu erinnern: daß eine Pflanzensubstanz eine um so robustere Konstitution hat, je mehr Zeit sie zur Entwickelung bedurfte.

Daraus folgt, daß das Diastas der zweizeiligen Gerste eine sorgfältigere Behandlung erheischt, als vierzeilige Sommergerste, — daß diese wieder empfindlicher ist als die sechszeilige, — daß die vier-

zeilige Wintergerste eine höhere Maischtemperatur verträgt als alle vorhergehenden, — daß die Victoriagerste oder englische vierzeilige Gerste einen wahren Gerstenwein giebt und sich leichter verarbeitet als die französische vierzeilige, — endlich daß die vierzeilige Gerste von Abyssinien oder schwarze zweijährige Gerste Biere liefert, die leicht zu brauen sind und eine große Haltbarkeit besitzen.

Ob diese Behauptungen Chatelain's Grund haben oder nicht, konnte ich bis jetzt nicht zweifellos feststellen. Diese Frage ist also ebenfalls unter den offenen, deren Lösung wir einem Supplementhefte einverleiben werden, zu registriren.

Bei den einzelnen Braumethoden werden wir verschiedenen Temperaturen begegnen, denen das Herkommen Bürgerrecht verschafft hat. Es ist möglich, daß sie bei der Eigenthümlichkeit mancher Biere nicht ganz ohne Einfluß sind. Ehe wir aber an diese Braumethoden herantreten, wollen wir

die Brauapparate

ausführlicher besprechen.

§. 19.

Ueber **Braupfanne oder Braukessel**

bleibt noch Einiges zu sagen übrig, nachdem die zweckmäßigste Art der Beheizung bereits in der Feuerungskunde besprochen ist.

Die Frage, aus welchem **Material** — ob Kupfer oder Eisen? — die Kessel oder Pfannen herzustellen sind, ist noch immer streitig. Daß im Allgemeinen das Kupfer den Vorzug verdient, ist schon erwähnt; — das Kupfer ist geschmeidiger als Eisen und kann deshalb in dünnere Bleche gebracht werden, ohne die Gefahr unganzer Stellen, welche beim Eisenblech so leicht vorkommen; — dünnere Kesselböden werden aber auf der dem Feuer zugekehrten Seite nie so heiß wie dickere, deshalb leiden sie auch nicht so sehr durch Abbrand; — Kupfer ist auch ein besserer Wärmeleiter, läßt den Wärmestoff aus dem Heizraum rasch eindringen in die Flüssigkeiten im Kessel, wodurch Zeit und Brennstoff gespart wird; — und endlich, wenn der Zahn der Zeit am Ende auch den kupfernen Kesselboden invalid gemacht hat, so hat er immer noch einen ansehnlichen Metallwerth, während der Werth des Brandeisens = 0 ist. Alle diese Gründe dürften — sollte man annehmen — hinreichend sein, um dem Kupfer

den Vorzug zu sichern. Dagegen wird nun von der andern Seite geltend gemacht, daß das Kupfer bei der Einrichtung einen weitaus größern Kostenaufwand verursache, ohne daß dadurch eine größere Dauerhaftigkeit erreicht werde. Letzterer Einwurf ist nun zwar nicht stichhaltig, — er ist nur dann richtig, wenn man die Vortheile, welche das Kupfer bietet, nicht benutzt und die Kesselböden viel zu dick macht, wodurch denn auch die Anschaffungskosten thörichter Weise vertheuert werden. Immerhin aber scheint sich namentlich bei größern Etablissements der Gebrauch mehr dem Eisenblech zuzuwenden.

Bei der Verwendung des Eisenblechs zu den Pfannen stellte sich nun noch ein Mißstand heraus, der darin begründet ist, daß sich das Eisen beim Erwärmen viel mehr ausdehnt als das Kupfer, wodurch es sich dann beim Abkühlen häufig warf und Risse bekam. Man hat diesen Nachtheil minder bemerkbar gemacht dadurch, daß man den einzelnen Platten, aus denen die Pfanne zusammengesetzt ist, einen geringern Flächeninhalt gab. Die Platten sind stumpf aneinandergelegt und mit untergelegten Eisenstreifen an den Fugen vernietet. Soweit das Feuer mit der Kesselfläche in Berührung kommt, sind die Platten klein und stark, weiter nach oben größer und schwächer.

Die bekannte Erscheinung, daß Würzen, welche in eisernen Pfannen gekocht sind, ja nur auf eisernen Kühlschiffen lagern, anfangs dunkel gefärbt*) erscheinen, verliert sich alsbald, indem sich die Wandungen mit einem firnißartigen Ueberzug bekleiden, der das Eisen vor fernerer Einwirkung schützt. Zudem erlangen ja die Biere auch aus solchen geschwärzten Würzen nach der Gährung stets die normale Farbe wieder.

§. 20.

Was die **Form** der Siedegeräthe anbetrifft, so haben wir — es ist nämlich vorläufig blos von den Apparaten über freiem Feuer die Rede — bekanntlich entweder

a) die flache „Pfanne" oder

b) den tiefen „Kessel".

Die Pfannen pflegt man allgemein viereckig zu machen, — unten etwas enger als oben. Sie sind höchstens 6 Decimeter, mei-

*) Diese Färbung rührt von der Gerbsäure des Hopfens her. Die Milchsäure der Würze löst etwas Eisenoxyd (den Rost der Oberfläche) auf und dieses aufgelöste Eisen bildet mit der Gerbsäure des Hopfens eine schwärzlichgrüne Verbindung.

stens nur 4 Decimeter tief. Man bezweckt durch den niedrigen Flüssigkeitsstand eine Vergrößerung der Siedefläche und somit bessere Ausnutzung des Brennstoffs bei gleicher Größe des Rostes, d. h. bei gleicher Menge der in einer gewissen Zeit verbrauchten Brennstoffe. Je größer aber die Bodenfläche der Pfanne wird, um so dicker muß sie gemacht werden, um die nöthige Tragfähigkeit zu besitzen, — und das führt denn wieder zu andern Mißständen.

Der Kessel dagegen hat seine Siedefläche nicht blos am Boden, sondern auch die Seitenwände werden dem freien Feuer ausgesetzt (und zwar ohne die gewöhnlichen Schlangenzüge ringsum, s. S. 40). Der Vortheil ist hier also zunächst einmal eine geringere Blechstärke des Bodens bei gleicher Tragfähigkeit; — die ökonomische Bedeutung dieser geringern Dicke des dem Feuer ausgesetzten Metalls ist schon vorhin hervorgehoben worden. Ob man die Kessel rund oder viereckig machen soll, darüber entscheiden zwei Faktoren. Im Allgemeinen ist die runde Form, weil sie bei gleichem Inhalt den geringsten Metall-Aufwand für die Kesselwände bietet, vorzuziehen. Oertliche Beschränkung aber kann es nothwendig machen, daß man zur vollständigsten Ausnutzung des Raumes sich dennoch der viereckigen Form bedient.

Hat man die runde Form gewählt, so kann man sich den weitern Vortheil verschaffen, daß man dem Boden eine Wölbung nach innen giebt, die eine Kuppelhöhe von $2^1/_2$ bis 3 Decimeter haben kann. In dieser Kuppel — als dem höchsten Punkte des Feuerraums — sammeln sich die heißesten Gase an und geben ihre Wärme deshalb um so rascher ab. Man hat aber dafür zu sorgen, daß die Kuppel, welche schon durch ihre Form die nöthige Tragfähigkeit hat, von dünnerm Kupferblech gemacht wird, weil sie sonst zu sehr durch Abbrand leidet. Bei solchen Kesseln würde das Ausschöpfen bis auf den Grund Schwierigkeiten bieten, — es muß deshalb an der tiefsten Stelle des Bodens ein Ablaßhahn angebracht sein.

§. 21.

Man hat die Braukessel auch wol mit Deckeln versehen, um keine unnütze Abkühlung der Oberfläche eintreten zu lassen und somit Brennstoff zu ersparen. Die Einrichtung ist indessen wieder verschwunden, weil dieser Verlust allenfalls zu verschmerzen ist; — da muß man die Sache an einem andern Zipfel angreifen, um wahre Brennstoff-Oekonomie zu treiben. Wären die Begriffe über

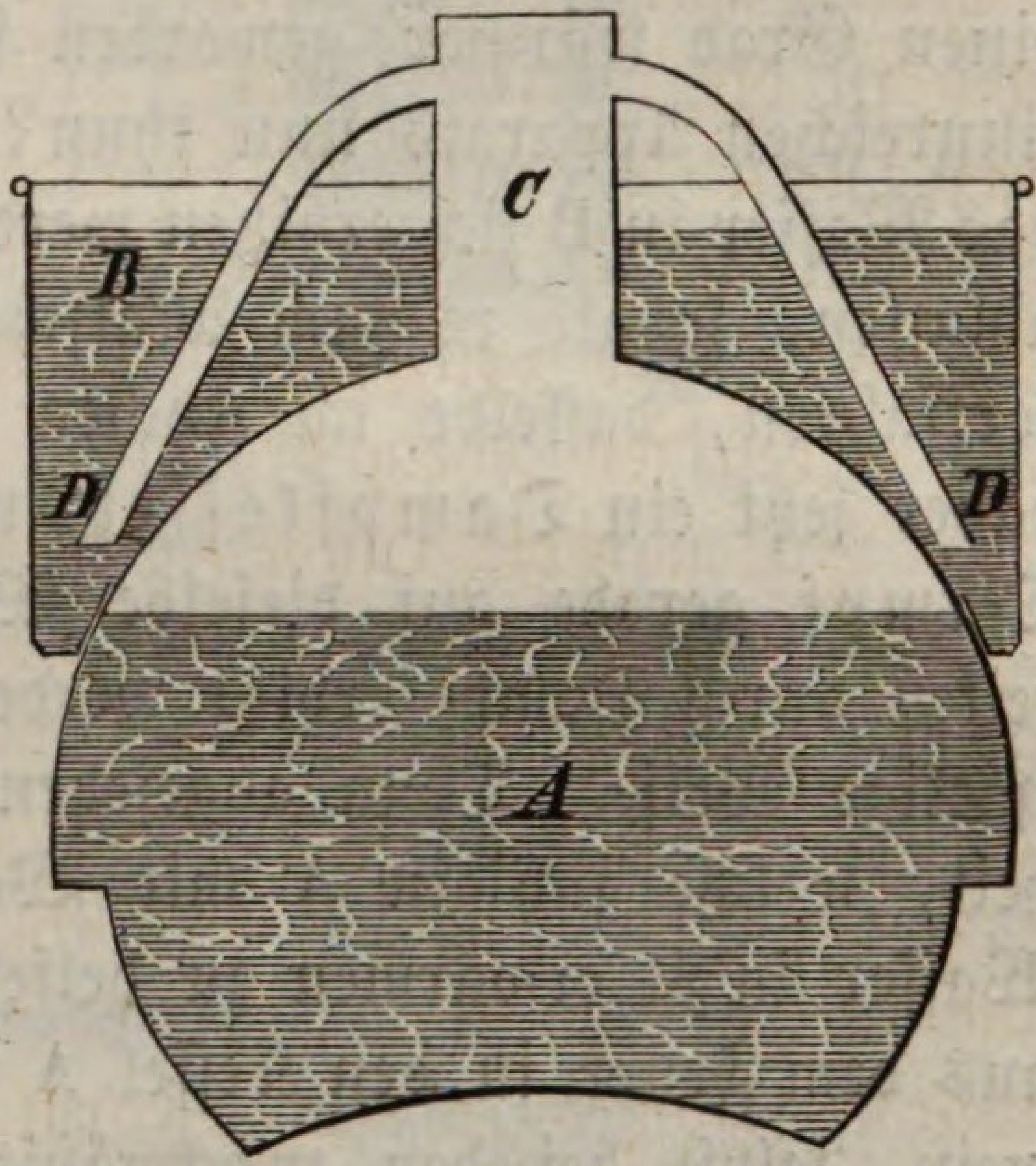
die gesammte Wärmelehre nicht häufig noch so sehr kindlich, so würden manche Einrichtungen, die heute noch als etwas Vollendetes gepriesen werden, längst über Bord geworfen sein. Ein Apparat, der unter dem Deckmantel der raffinirtesten Technik die ärgsten Blößen zur Schau trägt, ist der noch immer in wissenschaftlichen technischen Werken gepriesene

geschlossene Braukessel der Engländer.

Ich kann keine bessere Kritik über denselben liefern, als sie Dr. L. Gall in seinem vortrefflichen Werke*) „Beschreibung und Abbildung meiner brennstoffsparenden tragbaren Dampferzeuger" S. 244 ꝛc. giebt. Dort heißt es:

„A (Fig. 74) ist der eigentliche Braukessel, in England gewöhnlich 600 bis 800 Kubikfuß groß; B ein Vorwärmer, dessen Boden zugleich die Decke des Braukessels bildet; C eine aus der Decke des Braukessels sich erhebende, oben geschlossene Röhre, in welche der Dampf des in A kochenden Bieres emporsteigt; DD vier engere Röhren (wovon in unserm Durchschnitt nur zwei sichtbar sind), durch welche der aus dem Bier aufsteigende Dampf in die vorzuwärmende Flüssigkeit geleitet wird. — Sogar in Prechtl's „Technologischer Encyklopädie" 2. Band S. 149 wird von dieser Einrichtung gerühmt, daß sie „eine bedeutende Brennstoffersparniß erzielen lasse." S. 150 heißt es: 1. Wenn die Pfanne B Wasser enthält, so kann dies schon erwärmt in den Kessel A sogleich abgelassen werden, nachdem dieser von seinem heißen Wasser, das zum ersten Maischen verwendet wird, entleert worden ist. — 2. Ist hiernach die erste Würze in die Pfanne B gepumpt worden, so wird selbe erhitzt, während das Wasser zum zweiten Maischen im Kessel A ist. — Endlich 3. wenn das zum zweiten Maischen erhitzte Wasser aus dem Kessel A abgelassen ist,

Fig. 74.



*) Allen Lesern mag diese vom Geist der Wissenschaft und Praxis beseelte Schrift bestens empfohlen sein.

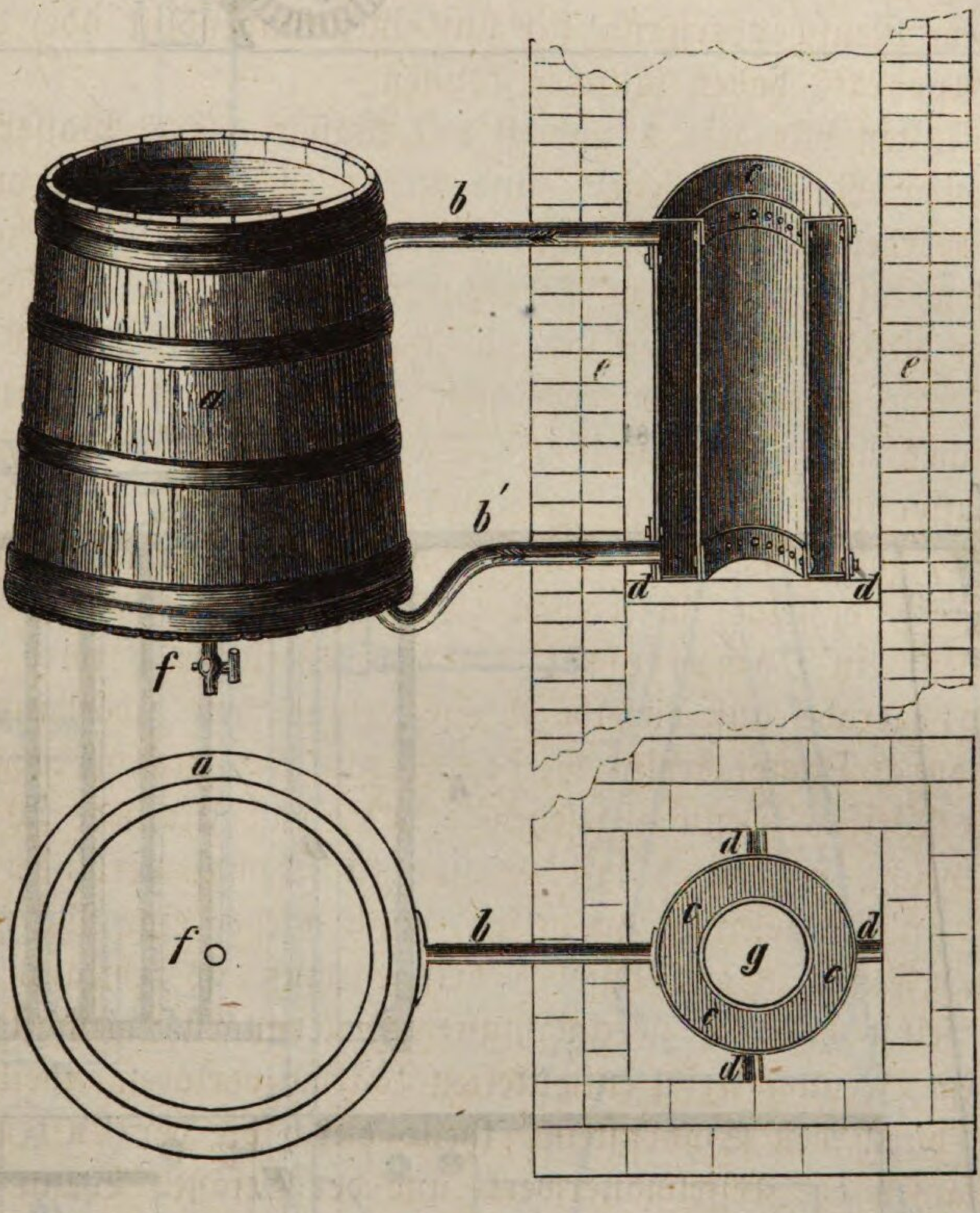
läßt man an dessen Stelle die in der Pfanne B schon erwärmte Würze in den Kessel A nachfließen, worauf die Pfanne B mit der zweiten Würze gefüllt wird." — Und so bildet man sich ein, daß die Erwärmung der Flüssigkeiten in der Pfanne B kein Brennmaterial koste. Fassen wir aber das, was im Kessel A vor sich gehen muß, damit die in der Pfanne B befindliche Flüssigkeit sich erwärme, etwas näher in's Auge, so wird man es für unmöglich halten, daß Männer mit gesundem Menschenverstande sich nur einen Augenblick über den Werth jenes Apparats haben täuschen können.

„Füllen wir also A und B mit Wasser. Das Wasser in A soll zum ersten Maischen dienen, und zu diesem Behuf bis zum Sieden erhitzt werden. Wir haben also keine Ursache, es länger im Kessel A zu lassen, als bis es den Siedepunkt erreicht hat. Lassen wir es aber in diesem Augenblick ab, so wird das Wasser in B nicht um einen Grad wärmer geworden sein. Was wird der Erfinder dieses sinnreichen Apparats nun thun? Da er einmal vorhergesagt hat, daß das Wasser in B sich erhitzen werde, so wird er das Wasser aus A nicht ablassen, sobald es zum Maischen heiß genug ist, sondern er wird fortfahren, dasselbe im Kochen zu erhalten. Der Braukessel A ist daher jetzt ein Dampfkessel, und das Wasser in B wird nun durch Dampf gerade auf dieselbe Weise erhitzt, wie überhaupt Flüssigkeiten durch Dampf erhitzt werden — nur . . . auf die möglichst kostspielige Weise. Denn abgesehen davon, daß für jede Wärme-Einheit, welche sich in A mit Wasser zu Dampf verbindet, um das Wasser in B erwärmen zu helfen, auch wieder eine Wärme-Einheit aus dem Feuer in den Kessel A bringen muß, so geht auch, wie man weiß, selbst bei den zweckmäßigsten Feuerungen, wenigstens $^1/_3$ der aus dem Brennmaterial entwickelten Wärme verloren, theils mit dem Rauch durch den Schornstein, theils durch die der Luft ausgesetzten Oberflächen des Kesselmauerwerks und der Gefäße. Wenn nun dieser letztere Theil des Wärmeverlustes offenbar im Verhältniß zur Größe der wärmeausstrahlenden Oberflächen steht, so leidet es auch keinen Zweifel, daß das Wasser in B, mittelst eines eigentlichen Dampfkessels, mit einem weit geringern Brennmaterial-Aufwande erhitzt werden könnte, als es durch den 600 oder 800 Kubikfuß großen, in einen Dampfkessel metamorphosirten, Braukessel geschehen kann.

„Noch zweckwidriger, ja widersinniger erscheint der belobte Brauapparat, wenn wir uns beide Abtheilungen desselben mit Würze

gefüllt denken. In welcher Absicht wird die Würze gekocht? Eines Theils, so viel ich weiß, um sie zu *concentriren*, einen Theil ihres Wassers durch Verdampfung zu entfernen? Doch man beantworte diese Frage mit Ja oder Nein, der belobte Apparat entspricht dem Zwecke in dem einen Falle so wenig wie in dem andern: denn während die Würze in A durch das Kochen *concentrirt* wird, wird

Fig. 75 u. 76.



jene in B, indem man zu ihrer Erhitzung den Dampf aus A hinein leitet, in demselben Verhältniß *verdünnt*. Man wird daher, um demnächst die in B durch Dampf erhitzte Würze im Kessel A zu concentriren, ganz genau so viel Wasser *mehr* daraus verdampfen müssen, als sich, um sie bis zum Sieden zu erhitzen, Dampf darin verdichtet hat. Dasselbe ist der Fall, wenn der Kessel mit Wasser und der Vorwärmer mit Würze gefüllt ist."

Maischmaschine von F. Pe

Fig. 85.

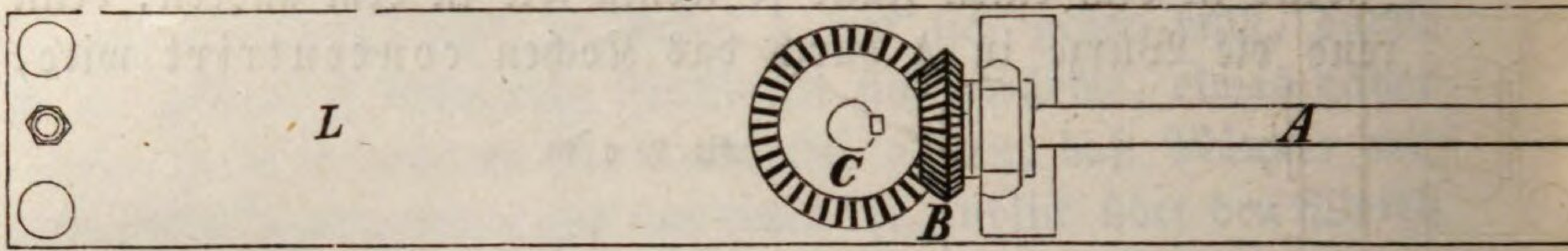
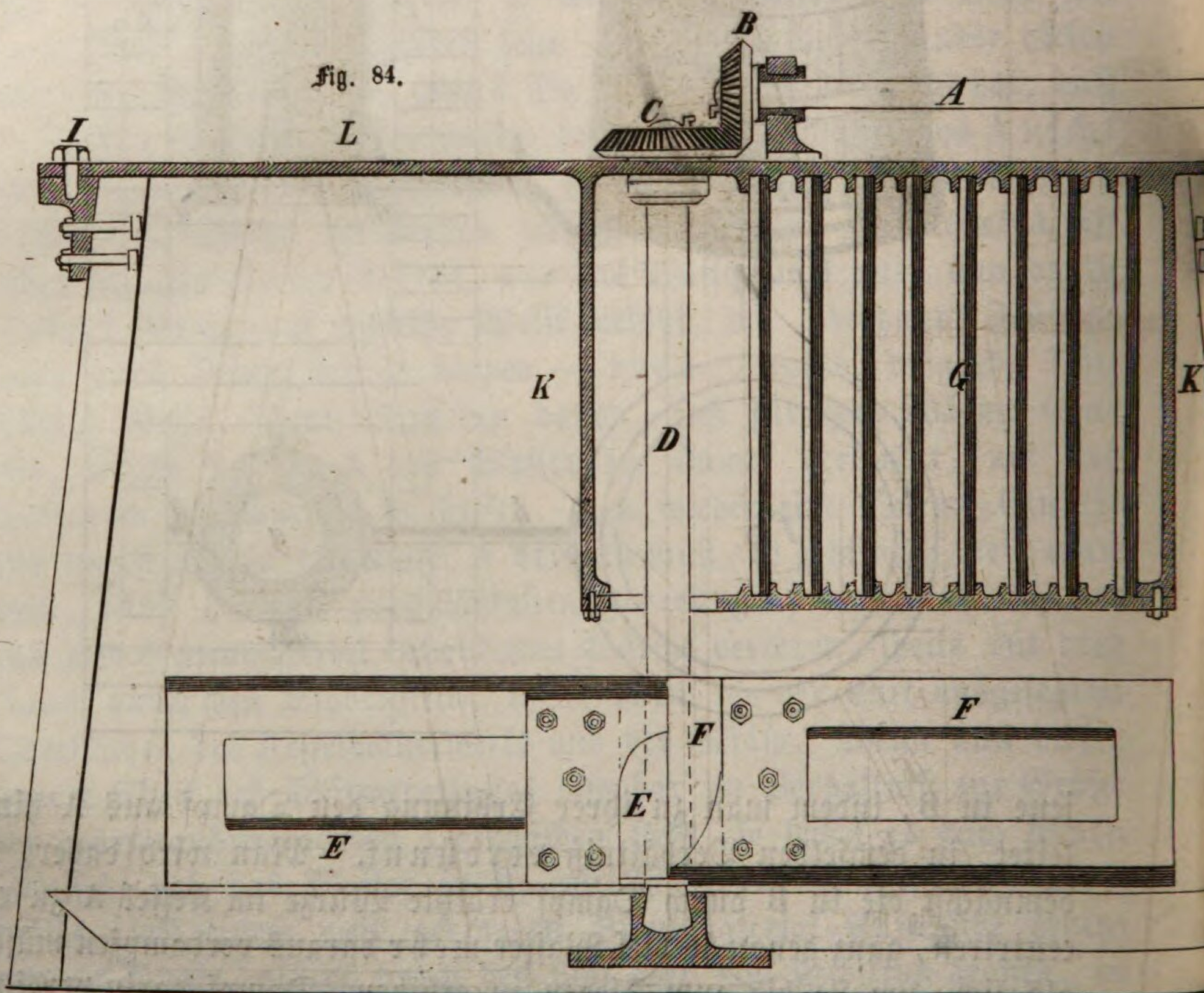


Fig. 84.



rs. (Zu S. 224 u. 225.)

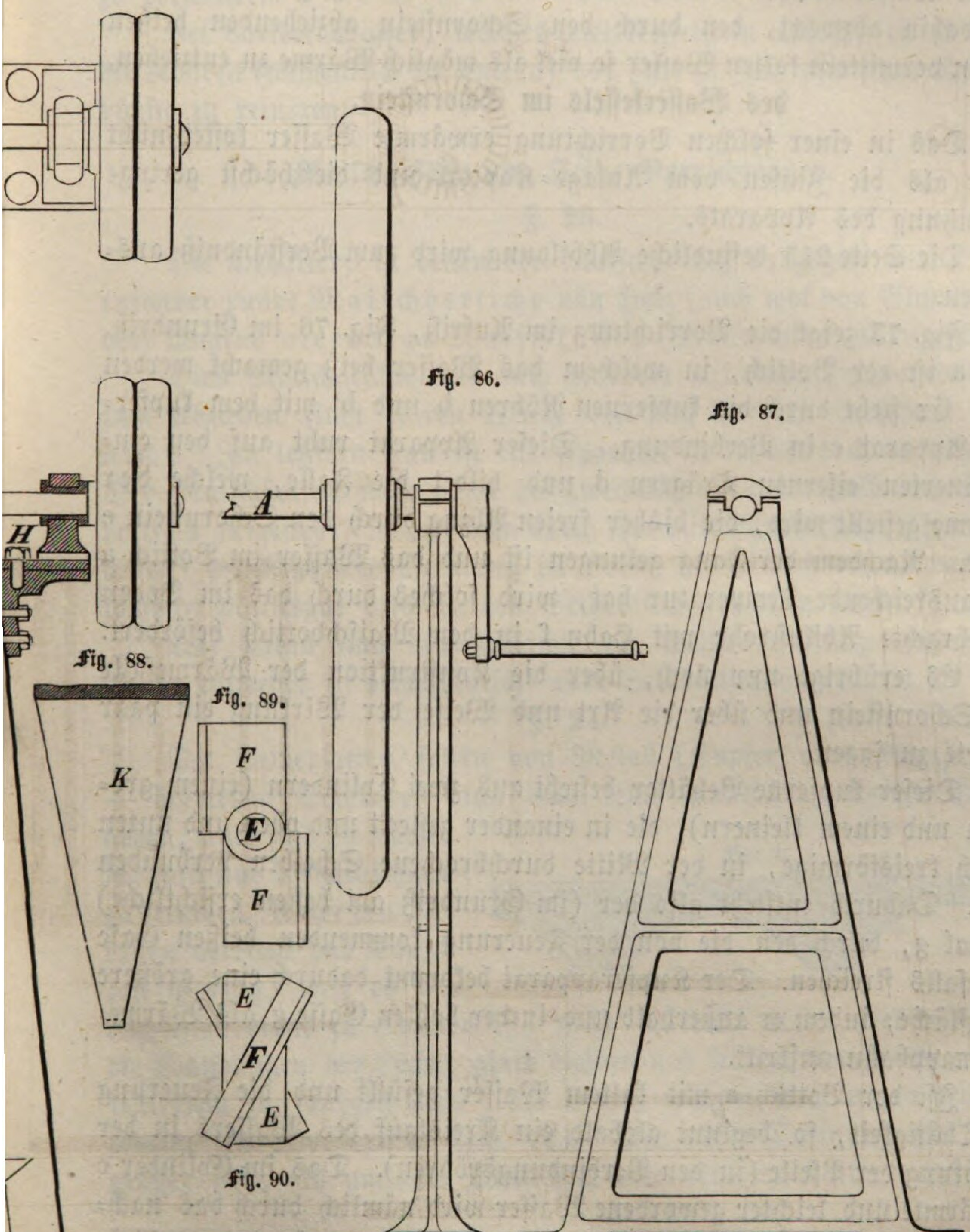


Fig. 86.

Fig. 87.

Fig. 88.

Fig. 89.

Fig. 90.

§. 22.

Hier — wo es sich um die Apparate handelt, in denen man heißes Wasser macht — muß auch einer Vorrichtung gedacht werden, die dahin abzweckt, den durch den Schornstein abziehenden heißen Gasen vermittelst kalten Wasser so viel als möglich Wärme zu entziehen,

des Wasserkessels im Schornstein.

Das in einer solchen Vorrichtung erwärmte Wasser kostet nicht mehr als die Zinsen vom Anlage-Kapital und die höchst geringe Abnutzung des Apparats.

Die Seite 215 befindliche Abbildung wird zum Verständniß ausreichen.

Fig. 75 zeigt die Vorrichtung im Aufriß, Fig. 76 im Grundriß.

a ist der Bottich, in welchem das Wasser heiß gemacht werden soll. Er steht durch die kupfernen Röhren b und b′ mit dem kupfernen Apparat c in Verbindung. Dieser Apparat ruht auf den eingemauerten eisernen Trägern d und bildet die Falle, welche der Wärme gestellt wird, die bisher freien Abzug durch den Schornstein e hatte. Nachdem der Fang gelungen ist und das Wasser im Bottich a die ausreichende Temperatur hat, wird solches durch das im Boden angebrachte Abflußrohr mit Hahn f in den Maischbottich befördert.

Es erübrigt nur noch, über die Konstruktion der Wärmefalle im Schornstein und über die Art und Weise der Wirkung ein paar Worte zu sagen.

Dieser kupferne Behälter besteht aus zwei Cylindern (einem größern und einem kleinern), die in einander gesteckt und oben und unten durch kreisförmige, in der Mitte durchbrochene Scheiben verbunden sind. Dadurch entsteht also der (im Grundriß am besten ersichtliche) Kanal g, durch den die von der Feuerung kommenden heißen Gase ebenfalls streichen. Der Kupferapparat bekommt dadurch eine größere Heizfläche, indem er außerhalb und in der hohlen Gasse g als Wärme-Schnapphahn auftritt.

Ist der Bottich a mit kaltem Wasser gefüllt und die Feuerung in Thätigkeit, so beginnt alsbald ein Kreislauf des Wassers in der Richtung der Pfeile (in den Verbindungsröhren). Das im Cylinder c erwärmte und leichter gewordene Wasser wird nämlich durch das nachdringende kalte und deshalb schwerere Wasser verdrängt und fließt durch das obere Rohr b in den Bottich a. So kommt durch das Rohr b′ immer das kälteste Wasser herbei, um sich im Schorn-

stein auf den Lauerposten zu begeben und die landstreicherische Schornsteinwärme möglichst vollständig zu arretiren und zu nützlicher Arbeit zu verwenden.

Bei hartem Wasser, welches viel Kesselstein ansetzt, ist es gut, die Röhren (namentlich die untern) von Zeit zu Zeit mit einer Drahtbürste zu reinigen.

Maischgefäße und Seihe-Vorrichtungen.

§. 23.

Die Behälter, in denen der Maischproceß vollzogen wird, sind entweder runde Maischbottiche von Holz (auch wol von Gußeisen*) oder länglich viereckige Maischkasten (Maischkufen, Maischstöcke).

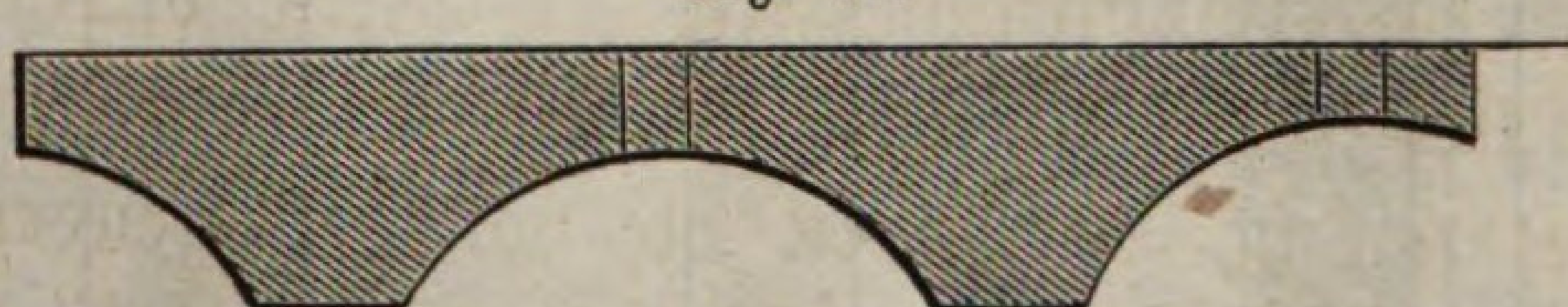
Diese Maischgefäße sind auch entweder mit einer Seihvorrichtung zum Abziehen einer klaren Würze von den Trebern versehen, oder nicht. Im letztern Fall ist ein separater Seihbottich vorhanden. Der Maischbottich wird dann am zweckmäßigsten oberhalb des Seihbottichs aufgestellt, so daß man durch eine mit Schieberhahn (s. weiter unten) verschließbare Oeffnung im Boden des Maischbottichs das gesammte Maischgut rasch in den Seihbottich abfließen lassen kann.

Wir haben uns also zunächst die Seihvorrichtung anzusehen, welche entweder in dem Maisch- oder Seihbottich angebracht ist.

§. 24.

Die Seiheplatten sollen von Metall (Kupfer oder Eisen) sein, — hölzernen Seihboden kann man keine hinreichend kleinen Löcher geben, auch sind die Löcher nie glatt und deshalb schwer zu reinigen. Unter den Metallen verdient das Kupfer den Vorzug, weil es am

Fig. 77.

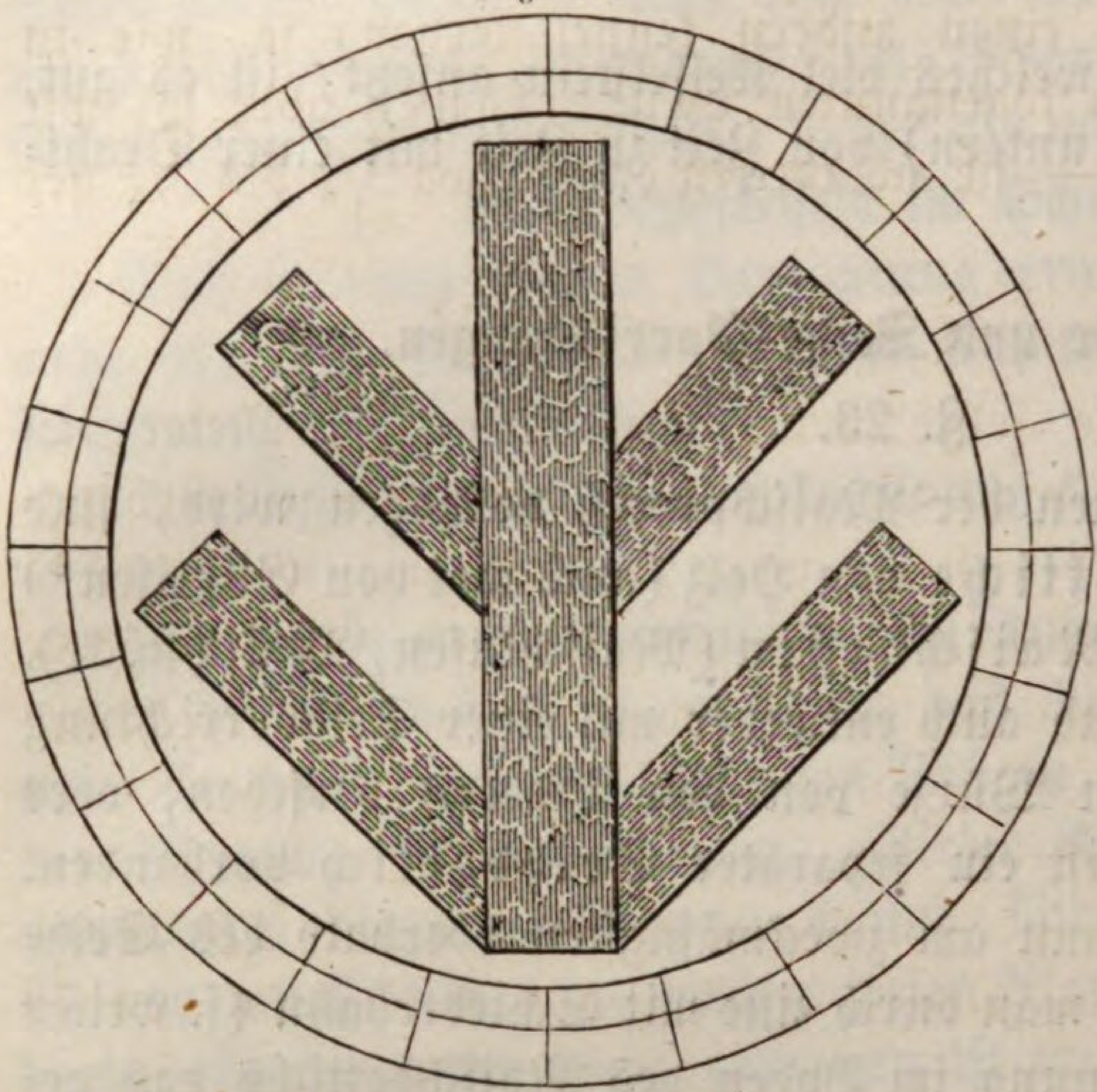


leichtesten blank zu erhalten ist, nicht so leicht rostet, deshalb auch die Wandungen der Löcher glatt bleiben und leichter von anhängendem Unterteig zu säubern sind. Die Löcher müssen nach unten trichterförmig sich erweitern (s. Fig. 77). Die obere Oeffnung soll nicht größer sein, als um eine Stecknadel von mittlerm Kaliber einführen

*) Gußeisen sollte nie bei kleinern Bottichen angewendet werden, weil die Maische zu rasch abkühlt. Bei großen Bottichen, wo verhältnißmäßig viel mehr Inhalt zur Wandfläche vorhanden ist, fällt dieser Nachtheil weniger ins Gewicht.

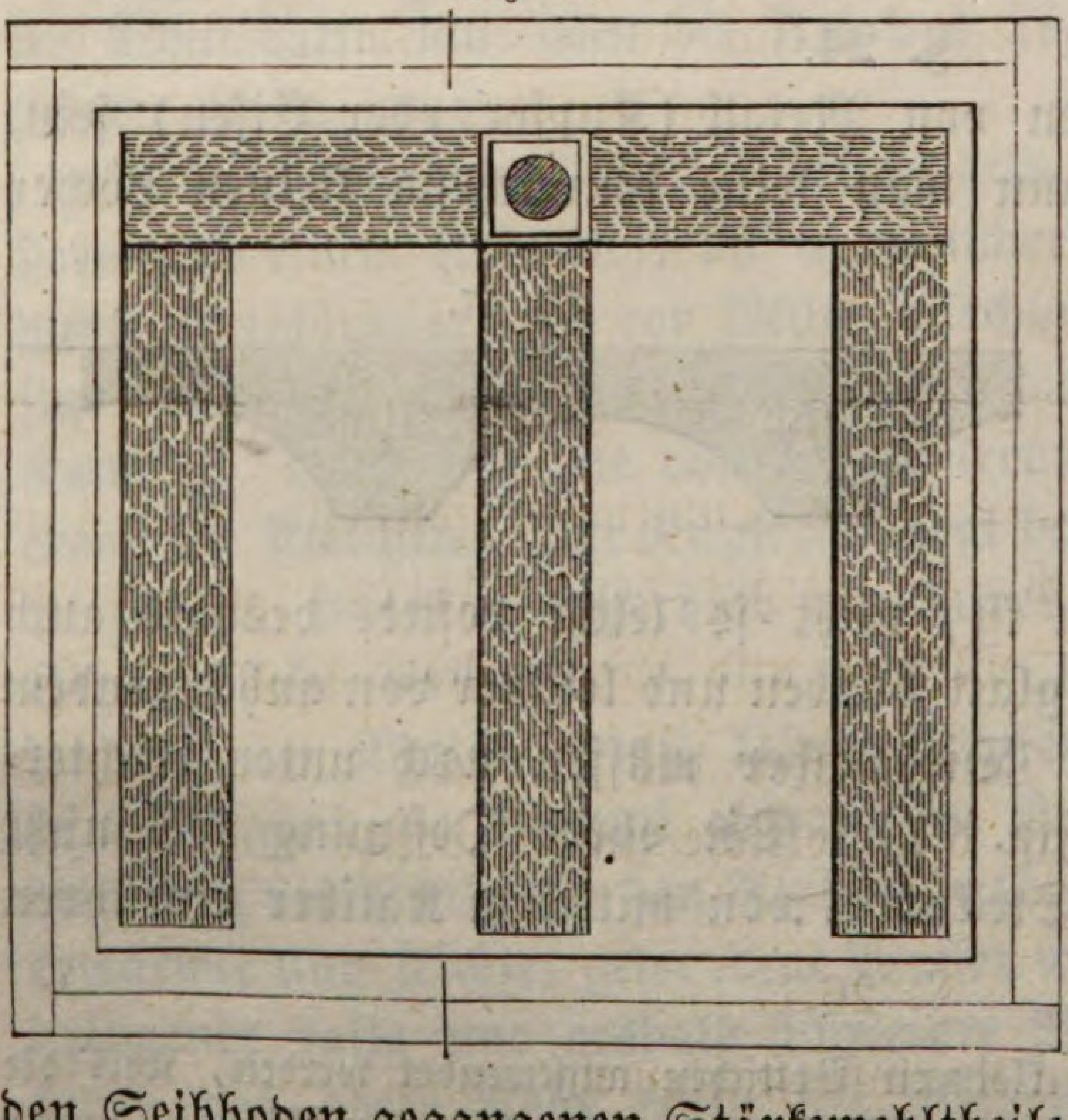
zu können. Solcher Oeffnungen befinden sich auf dem Quadrat-Meter etwa 2000.

Fig. 78.



Aus derartigem durchlöcherten Metallblech besteht nun entweder ein zweiter Boden, der über dem Boden des Maischbottichs angebracht ist und dem Flächeninhalt des letztern ungefähr gleich ist, — oder es werden im Boden des Bottichs Rinnen von etwa 25 Millimeter Tiefe ausgefurcht und mit schmalen Streifen (von etwa 2 Decimeter Breite), die in einem Falz ruhen, belegt. — Die erstere Vorrichtung (mit Seihboden) bietet allerdings die größte filtrirende Fläche und gestattet das Abläutern in kürzester Frist. Die Erfahrung lehrt aber, daß die verkleinerte und nur mit Platten verdeckte Seihfläche vollkommen ausreichend ist, — insbesondere beim Anschwänzen auf den Würzespiegel.

Fig. 79.



Bei der Anwendung der Seihböden herrscht in vielen Brauereien die üble Gewohnheit, in den Raum zwischen beiden Böden eine Lage reinen, abgebrühten Strohes zu bringen, um dadurch die feinern, durch den Seihboden gegangenen Stärkemehltheile zurück zu halten. Allerdings erreicht man diesen Zweck, aber diese kostbaren Theile werden

der Ausnutzung entzogen und diese Praxis giebt wenigstens eine Gelegenheit mehr zu einer Sünde gegen die Reinlichkeit.

Man legt diese Platten bei runden Bottichen mit ebenem Boden (wir werden noch einen andern kennen lernen) so, wie in Fig. 78, bei viereckigen sogenannten Läuterkasten aber so, wie in Fig. 79 angedeutet ist; — sie überdecken dann etwa $^1/_6$ bis $^1/_4$ der Bodenfläche.

§. 25.

Die Maischbottiche sollte man nicht über $1^1/_4$ Meter tief machen, um das Maischen nicht zu erschweren. Die übrigen Größenverhältnisse desselben ergeben sich, wenn dem Raum, welchen das Maischgut, d. h. das Malzschrot (sammt etwaigem Getreide oder Stärkemehl) und das Wasser einnimmt, noch $^1/_4$ dieses Raumes hinzugerechnet wird, um freien Raum für eine lebhafte Maischarbeit zu haben. Dabei ist zu berücksichtigen, daß 100 Pfund Malz- oder Getreideschrot einen ebenso großen Raum einnehmen wie 75 Pfund Wasser; — 100 Pfund Stärkemehl nehmen nur den Raum von 70 Pfund Wasser ein.

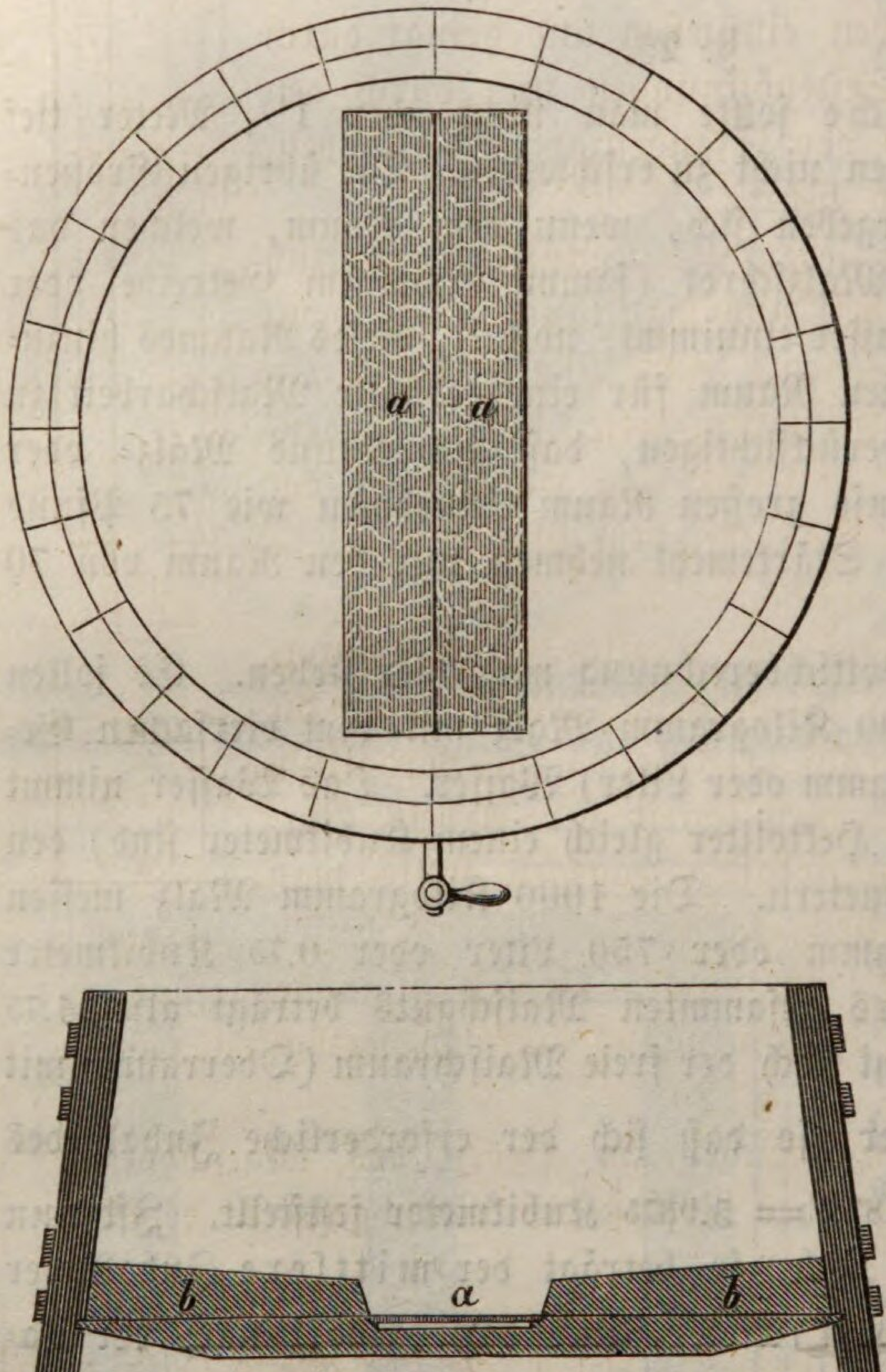
Ein Beispiel der Bottichberechnung mag hier stehen. Es sollen eingemaischt werden 1000 Kilogramm Malz mit dem vierfachen Gewicht (also 4000 Kilogramm oder Liter) Wasser. Das Wasser nimmt (da 1000 Liter oder 10 Hektoliter gleich einem Kubikmeter sind) den Raum ein von 4 Kubikmetern. Die 1000 Kilogramm Malz messen soviel wie 750 Kilogramm oder 750 Liter oder 0.75 Kubikmeter Wasser. Der Raum des gesammten Maischguts beträgt also 4.75 Kubikmeter. Dazu kommt noch der freie Maischraum (Oberraum) mit $\frac{4.75}{4} = 1.1875$ Kubikmeter, so daß sich der erforderliche Inhalt des Bottichs auf $4.75 + 1.1875 = 5.9375$ Kubikmeter feststellt. Ist nun der Bottich 1.15 Meter hoch, so beträgt der mittlere Inhalt der Kreisfläche $\frac{5.9375}{1.15} = 5.163$ □Meter, und dazu gehört nach der Tabelle I S. 9 ein mittler Durchmesser des Bottichs von 2.56 Meter. Bekanntlich pflegt man die Bottiche unten weiter als oben zu machen.

§. 26.

Bei Mitanwendung von Kartoffelstärkemehl anstatt eines Theiles Malz wird natürlich die Menge der Treber verringert und da die

Treberschicht als Filtrationsmittel für die Klärung der abfließenden Würze ganz wesentlich ist, so würde das Abläutern dadurch erschwert werden. Für diesen Fall pflegt man dem Seihbottich eine Einrichtung zu geben, die auf eine Erhöhung der Treberschicht abzweckt. Der Seihboden wird auf einen kleinen Raum in der Mitte reduzirt, wie in a (Fig. 80). Rechts und links desselben bringt man die dachförmigen Erhöhungen b an, in deren Folge die Treberschicht über dem Seihboden erhöht wird. Man hat dabei zu überwachen, daß diese dachförmige Erhöhung aus dichtem Holz gemacht wird und die Anschlüsse an die Botichwände gut verwahrt werden, damit sich keine Schlupfwinkel für Unreinlichkeit bilden*).

Fig. 80.



Bei den Seihbottichen (und das sind ja auch alle Maischbottiche mit Seihplatten) ist zu beachten, daß sie nach dem Zapfloch zu immer etwas geneigt aufgestellt werden, damit der anfangs abgesetzte Unterteig sauber weggeschwemmt werden kann und die abgeläuterte Würze nachhaltig klar abfließt.

§. 27.

Ich muß auch noch einer Vorrichtung hier gedenken, die den

---

*) Die Substanz, mit der ich die Holzmasse zu tränken pflege, um sie für Wasser unzugänglich zu machen, ist auch hier der beste Kitt.

Zweck hat, dem Maischgut das heiße Wasser von unten zuzuführen. Es ist der sogenannte „Pfaff". Es ist das ein vom obern Rande bis unter den Seihboden herabgeführter, meistens vierseitiger Kanal aus Holz (s. Fig. 81 a), der gewöhnlich bis auf den eigentlichen Boden herabreicht und den Zugang zu dem Abflußloch b bildet, welches durch den Stangenzapfen c geschlossen werden kann. Ist das Zapfloch geschlossen, so kann das heiße Wasser oben einfließen und dringt durch die unten angebrachten Seitenöffnungen und durch den Seihboden empor. Wird der Stangenzapfen c gehoben, so beginnt der Abfluß der Würze.

Fig. 81.



Diese Vorrichtung ist jedenfalls unnütz, im Bottich hindert sie die Maisch-Arbeit und man kann ja — wenn man es für nöthig hält — das heiße Wasser durch ein Seitenrohr von unten in den Bottich treten lassen. Jedenfalls wird der Pfaff gar zu leicht zum Handlanger der Unsauberkeit. Darum fort mit dem Pfaffenthum!

§. 28.

Ueber die Einrichtung der Maisch- und Läuterkasten ist nur noch wenig beizufügen. Man macht die Maischkasten mehr lang als breit (etwa im Verhältniß von 7 zu 4), um der Bequemlichkeit der Arbeit Vorschub zu leisten; die Läuterkasten dagegen sollte man ziemlich quadratisch herstellen, damit die Wärme besser zusammengehalten wird. — Sie sind aus starken Bohlen zusammengefügt, die durch eiserne Stäbe mit Verschraubung zusammengehalten werden.

§. 29.

Der Schieberhahn, welcher im Boden des Maischbottichs angebracht ist, um einen raschen Abfluß des Maischguts in den dar-

Fig. 82.

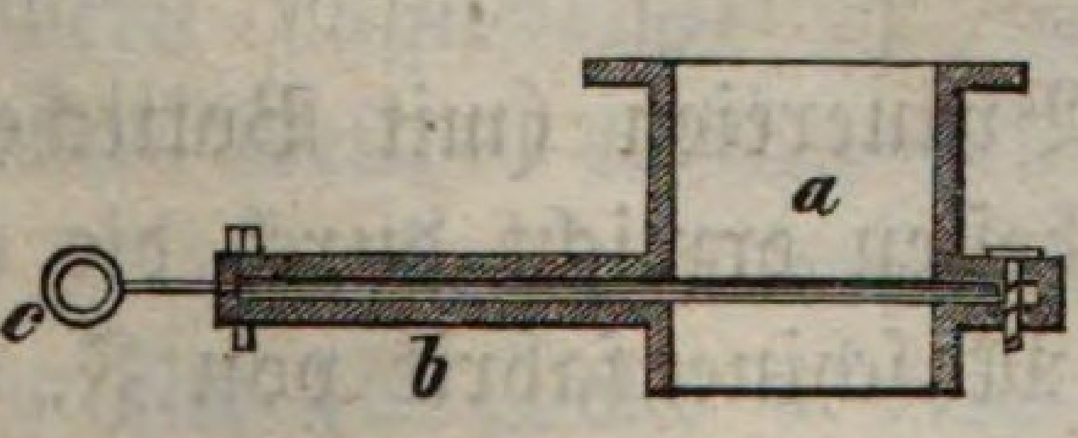
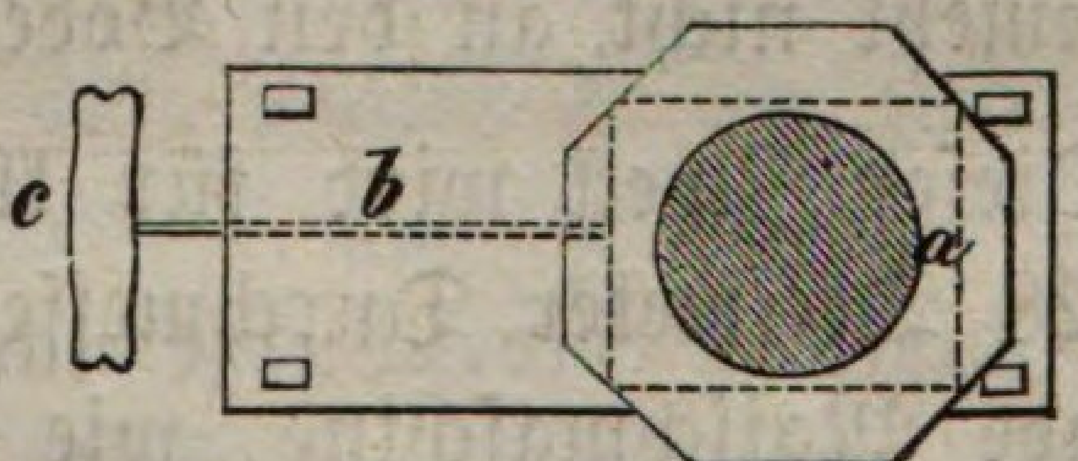


Fig. 83.



unter stehenden Seihbottich zu ermöglichen, hat folgende Konstruktion, die ich der „Beschreibung meines in Nordamerika patentirten Dampfapparats" (Kassel, bei Th. Fischer) entnehme.

Fig. 82 ist der Durchschnitt des Aufrisses, Fig. 83 der Grundriß.

Die Vorrichtung besteht aus zwei durch Schrauben verbundenen Platten b b von Messing, welche ringsum einen Rand haben, so daß ein hohler Raum entsteht, in welchem sich eine an einem starken Draht c mit Griff befestigte, fein polirte Stahlplatte dicht schließend hin und her schieben läßt. In diesem Plattenpaar ist nun die Oeffnung ausgespart, in welche der Abflußkanal a eingeschroben ist. Der obere Rand desselben ist im Boden des Maischbottichs versenkt.

Maischmaschinen.

§. 30.

Daß die mühselige Arbeit des Maischens mit Maischbrettern oder Maischgittern allgemach durch die Maschine verdrängt werden wird, selbst in den kleineren Brauereien, — das versteht sich von selbst. Durch die Einführung des Steel'schen Apparats S. 205 ist freilich das strapazante Maischen durch Menschenkraft ebenfalls beseitigt und man bedarf keiner Maischmaschine weiter. Allein auch für die kleinsten Geschirre wird man sich die Arbeit erleichtern können, wenn man ein Rührwerk mit Kurbel herstellt, an der die Menschenhand mit weniger Kraftaufwand die nöthige Arbeit leistet. Jeder Mechaniker wird solch ein Rührwerk leicht herstellen können.

Die Zahl der verschiedenen Konstruktionen von Maischmaschinen ist sehr groß. In großen Brauereien wird man bei der Wahl einer Konstruktion sich immer am besten befinden, wenn man die einfachsten vorzieht. Hat der Steel'sche Apparat seine Arbeit verrichtet, so bedarf es nicht mehr des Durcheinanderwirbelns im Maischgut, was viele Maischmaschinen auf alle mögliche Weise zu vervielfältigen suchen. Etwas Bewegung ist nur deshalb nöthig, damit die Temperatur gleichmäßig vertheilt wird im Bottich und damit sich das schwere Stärkemehl nicht an den Boden senken kann.

Dieser Zweck wird für kleinere Brauereien (mit Bottichen von 15—28 Decimeter Durchmesser) am besten erreicht durch die einfach wirkende Maischmaschine, wie sie die Maschinenfabrik von F. Peters in Eupen bei Aachen liefert (s. S. 216 und 217). Sie kann von zwei Arbeitern in Bewegung gesetzt und erhalten werden. Fig. 84 zeigt die Maschine nebst Bottich im Durchschnitt, Fig. 85 ist die Oberansicht der Deckplatte nebst Getrieben, Fig. 86 die Seitenansicht

des Schwungrades mit Kurbel, die Axe ruht auf einem Ständer, Fig. 87 zeigt diesen Ständer von vorn.

Die Bewegung erhält die Maschine durch die Kurbel, welche an der horizontalen Welle A befestigt ist, — oder durch Riemenscheiben. Von dieser Welle wird die Bewegung durch die konischen Räder B und C auf die vertikale Welle D übertragen, auf welcher ein eisernes Gehäuse E (Fig. 84, 89 und 90) aufgekeilt ist. Dieses Gehäuse ist mit zwei eisernen, schräg stehenden Flügeln F (Fig. 84, 89 und 90) versehen, auf welchen durchbrochene hölzerne Flügel vermittelst Schrauben befestigt sind.

Sobald nun die Maschine in Gang gesetzt wird, kommt die Maische durch die Flügel in eine rotirende Bewegung, welche durch das Gitter G Fig. 84, bestehend aus den Holzstäben G und den eisernen Seitenplatten K (Fig. 84 und 88), gebrochen und in eine wirbelnde verwandelt wird.

Behufs der leichten Reinigung der Maschine und des Bottichs ist die ganze Maschinerie an der obern Platte L befestigt und kann, nachdem die beiden Schrauben J und H entfernt sind, vermittelst eines Seiles herausgehoben werden.

§. 31.

Für Bottiche von größerm Durchmesser benutzt man Maischmaschinen mit zusammengesetzter Bewegung. F. Peters in Eupen liefert solche ebenfalls nach der folgenden Konstruktion.

Fig. 91 zeigt die Maschine nebst Bottich im Durchschnitt, Fig. 92 ist die Oberansicht der Maschine.

Auf der vertikalen Welle G sind die Lagerhalter H H aufgekeilt, deren vier Enden die Lager tragen, in welchen sich die vertikalen Wellen K K drehen. Zwischen den beiden untern Lagerhaltern sind auf jeder der Wellen K K zwei Kreuze aufgekeilt, zwischen denen Holzstäbe so befestigt sind, daß sie ein Kreuzgitter bilden. Ueber dem obern Lagerhalter ist auf jeder der Wellen K ein Zahnrad J aufgekeilt, welches in das große Stirnrad F eingreift. Das Stirnrad F ist vermittelst Schrauben an dem Balkengerüst D befestigt, in welchem sich die Welle G dreht. Die Welle G erhält ihre Führung durch das Lager E, welches in dem Balkengerüst D befestigt ist.

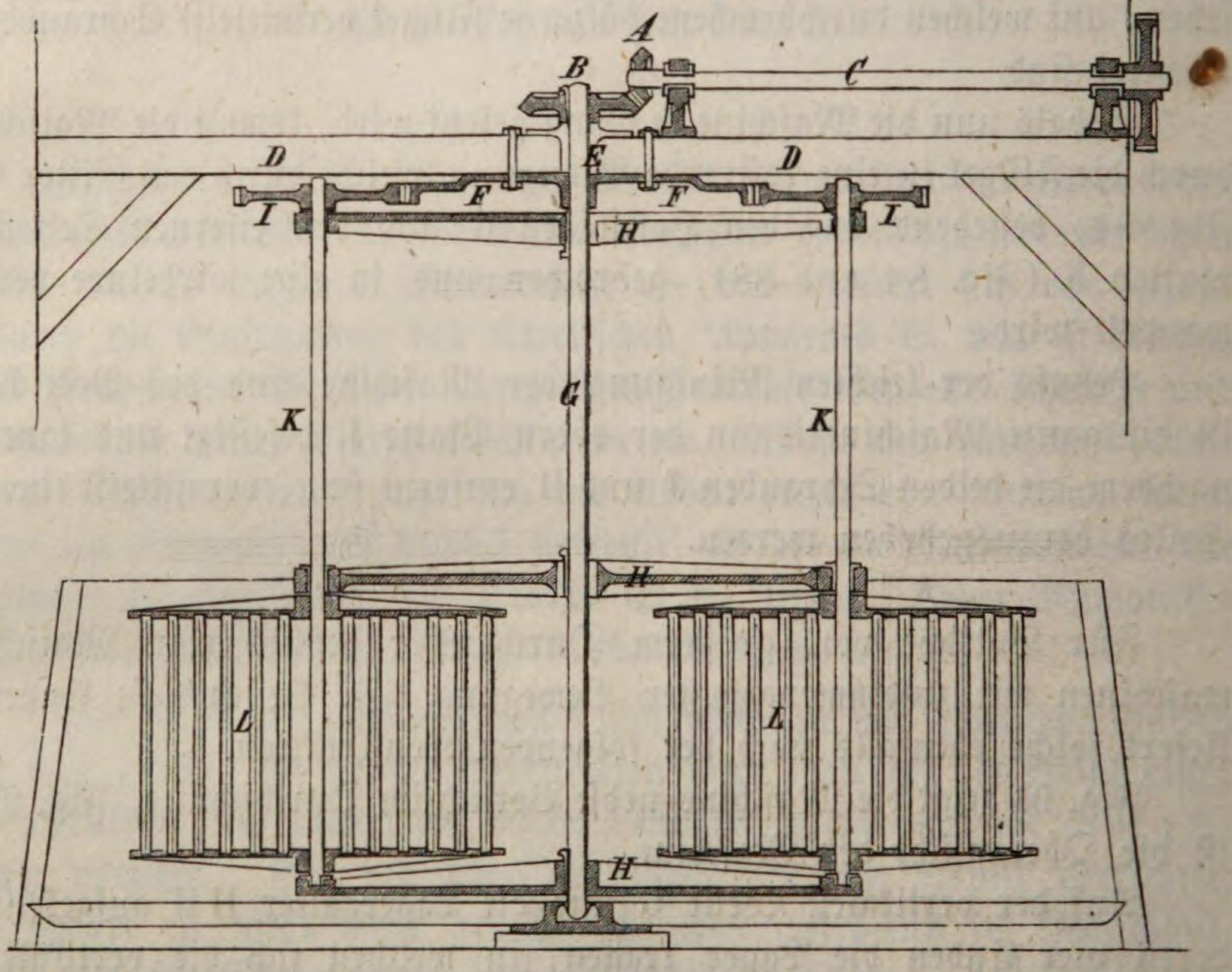
Die Maschine erhält ihre Bewegung durch die horizontale Welle C, von welcher die Bewegung durch die konischen Räder A B auf die vertikale Hauptwelle übertragen wird.

Indem sich nun die ganze Maschine dreht, laufen die Zahnräder J um das feststehende Rad F und ertheilen dadurch den Gittern eine der Rotation der Maschine entgegengesetzte Bewegung, wodurch die Maische möglichst durcheinander geworfen wird.

§. 32.

Noch eine andere Maischmaschine für Bottiche von großem Durchmesser ist in der neuern Zeit aus der Maschinenfabrik von

Fig. 91.



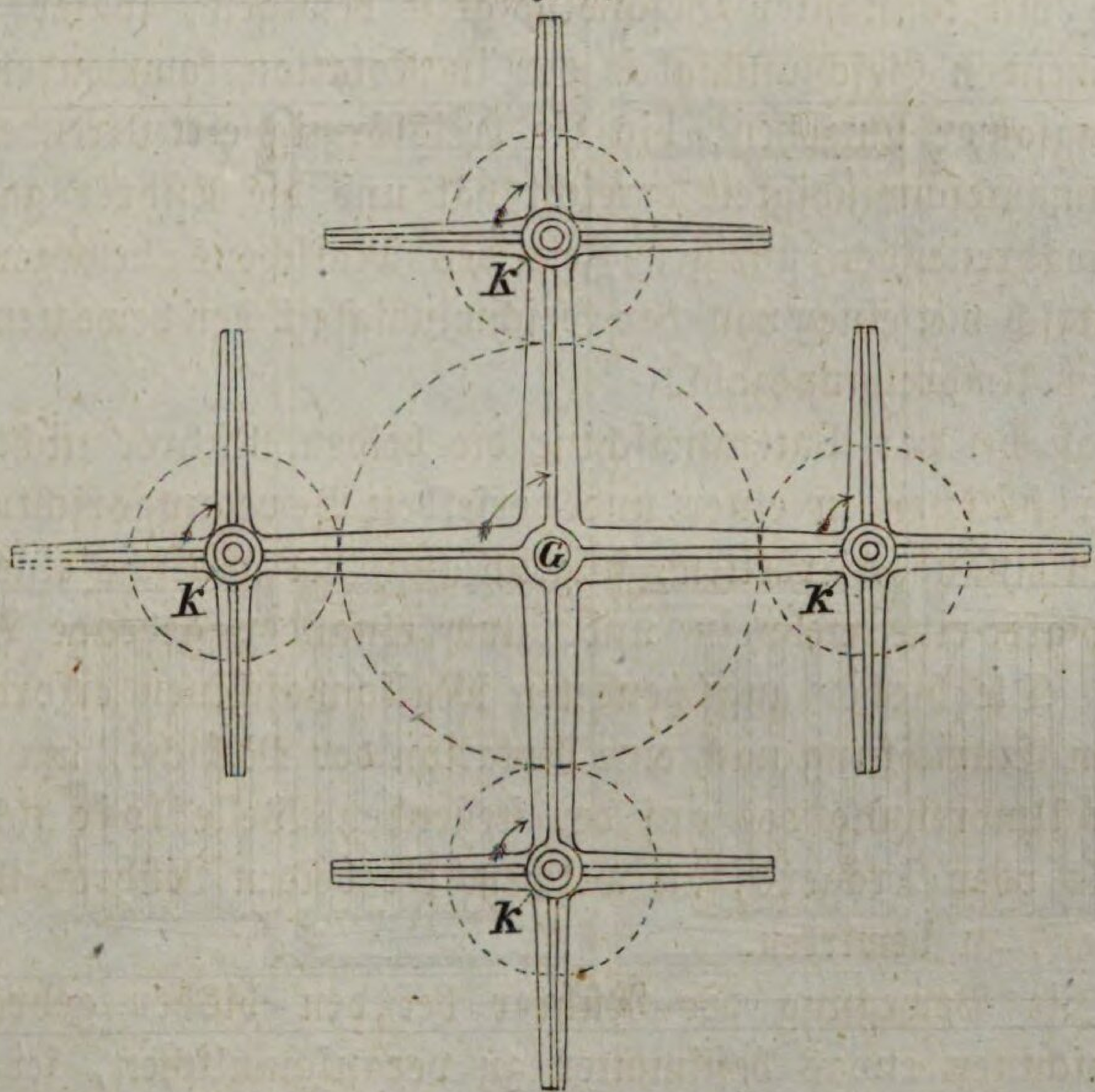
J. S. Schwalbe und Sohn in Chemnitz hervorgegangen. Ich theile die Abbildung und Beschreibung derselben nach dem „Polytechnischen Centralblatt, Jahrg. 1859. S. 417 ꝛc.) mit.

Fig. 93 zeigt die Maschine in einem monodimetrischen Durchschnitt.

Durch eine Stopfbüchse im Boden des Maischbottichs B B geht die Triebwelle A, auf welcher die Träger D D′ der Rührapparate C C′ durch Keile befestigt sind, so daß sie sich mit ihr umdrehen. A erhält seine Bewegung durch zwei konische Räder unterhalb des Bottichs von der Transmission aus. Auf dem oberen Rande des Bottichs sitzt ein sechsarmiges Gerüst E fest, welches der Welle A

als Halslager dient und auf seinem inneren Theile das Stirnrad F trägt, das durch Keil- und Preßschraube auf ihm befestigt ist. Mit dem Rade F steht das kleinere, auf der Welle L sitzende Stirnrad H in Eingriff. Die Welle I, welche die Rührkreuze C_1 trägt, hängt an den Armen D D_1 und wird durch das konische Rad M umgekehrt; dieses wälzt sich nämlich bei der Rotation der Axe A und der an dieser befestigten Arme D D' auf dem Lager an N befestigten Rade Q, ebenso wie das Getriebe H auf dem Stirnrade F. Dreht

Fig. 92.



sich nun A in der durch den Pfeil angedeuteten Richtung, so werden auch D D_1 in derselben Richtung bewegt, und dabei wälzt sich das Getriebe H an dem festen Rade F fort, so daß eine Umdrehung von C um die Axe L nach der in der Abbildung bezeichneten Richtung eingeleitet wird, und ebenso wälzt sich M auf Q und veranlaßt zu derselben Zeit eine Umdrehung von C_1 um die Axe I. Zwei nahe am Boden hängende Flügel S S rühren bei der Umdrehung von L die Masse auf, welche sich am Boden abgesetzt hat. Durch die Rotation sämmtlicher Apparate, sowol um die gemeinschaftliche Axe als um ihre eigenen Axen, wird die Masse im Bottich gleichmäßig

und vollständig in Bewegung gesetzt und Malz mit Wasser gut gemischt*).

Hiernach unterscheidet sich nach größerer Stabilität die eben beschriebene Maschine von den bisher angewendeten Maischmaschinen ähnlicher Konstruktion dadurch:

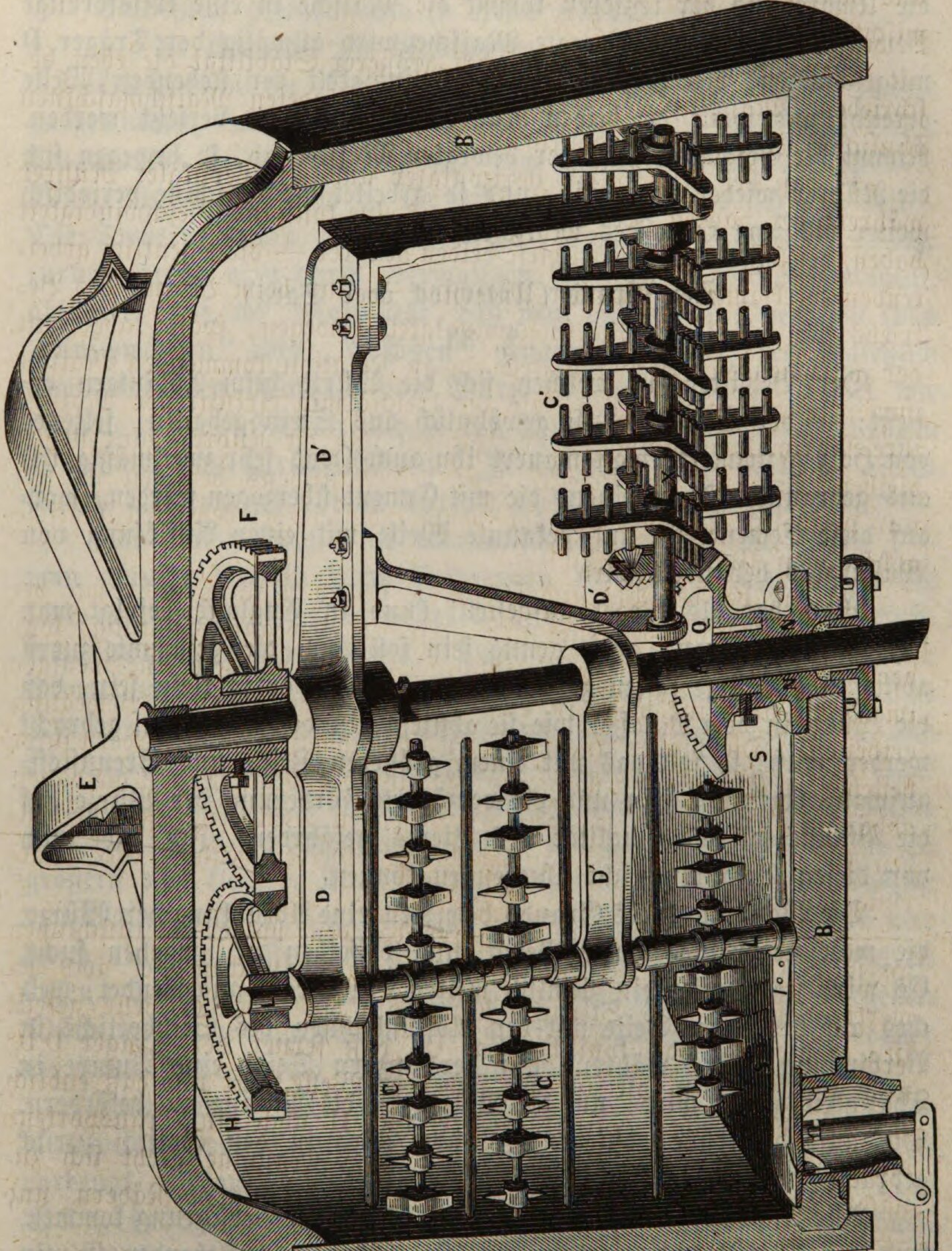
1) daß bei ersterer ein horizontaler und ein vertikaler Rührer während der ganzen Zeit des Maischens eine konstante Geschwindigkeit haben, bei letzterer hingegen diese beiden Rührer — die eigentlich arbeitenden wirksamen Theile der Maschine — nur beim Beginn des Betriebs sich mit konstanter Geschwindigkeit bewegen, später aber mit der zunehmenden Geschwindigkeit der in Rotation kommenden Maische immer langsamer umgehen, bis die kreisförmig cirkulirende Maische ihre Maximalgeschwindigkeit erreicht hat und die Rührer ganz stehen bleiben; während der übrigen Zeit des Maischens bewegen sie sich nur periodisch mit einer von der Geschwindigkeit der bewegten Maische abhängigen Umdrehungszahl.

2) daß bei der Patentmaschine die beiden Rührer nicht wie bei den bisher üblichen in einer und derselben Bewegungsrichtung, sondern gegen einander arbeiten, folglich auch der Maische eine weniger im Kreise als eine mehr in und durch einander gehende Bewegung ertheilen. Die bisher angewendeten Maischmaschinen erfordern ihrer bestehenden Einrichtung nach eine Rotation der Maische, um die davon abhängige Umdrehung des auf der stehenden Welle lose sich drehenden Hebels oder Trägers, an welchem die beiden Rührer ihre Lagerung haben, zu bewirken.

Um die Bewegung der Rührer bei den bisher gebräuchlichen Maischmaschinen etwas bestimmter zu veranschaulichen, sei noch bemerkt, daß hier das Stirnrad **F** fest auf die stehende Welle gekeilt ist, ebenso wie das konische Rad **Q**; daß ferner der Träger **D D′** nicht fest, sondern lose auf der stehenden Welle steckt und daß endlich zwischen den beiden Stirnrädern **F** und **H** noch ein Transporteur eingeschaltet ist. Bei Ingangsetzung dieser Maschine dreht sich zunächst die stehende Welle auf den darauf befestigten Rädern und

*) Hiermit ist zugleich die größtmögliche Nutzung des Malzes verbunden. Bei der bereits seit drei Monaten im Gange befindlichen Patentmaschine auf der Aktienlagerbierbrauerei zu Chemnitz hat sich gegen die Erfahrung an ältern Maschinen ein Minderverbrauch an Malz von 4 bis 5 Centnern auf einen Sud von 96 Eimern Bier ergeben.

Fig. 93.



bringt die beiden Rührer in Bewegung um ihre eigenen Axen. Durch die Umdrehung der letzteren kommt die Maische in eine kreisförmige Bewegung; durch die bewegte Maische wird allmälig der Träger D mitgenommen, bis derselbe die Geschwindigkeit der stehenden Welle erreicht und somit die beiden Rührer in Stillstand versetzt werden. Nimmt die Geschwindigkeit der bewegten Maische ab, so bewegen sich die Rührer wieder ein wenig, und so arbeitet die Maschine periodisch weiter bis zum Ende des Maischens.

Der Grand (Unterstock oder Sarg).

§. 33.

Der Behälter, in welchen sich die Würze beim Abläutern ergießt, — der Grand — ist gewöhnlich aus Stein gehauen, seltener von Holz gezimmert; man mauert ihn auch (was sehr zweckmäßig ist) aus gebrannten Thonsteinen, die mit Cement überzogen werden, worauf diese Cementdecke auf bekannte Weise mit einer Auflösung von Wasserglas behandelt wird.

Man hat als Regel aufgestellt (und in England befolgt man sie), daß der Grand groß genug sein soll, um die gesammte zuerst abfließende Würze fassen zu können, — würde er so klein sein, daß die Würze in dem Maaße, wie sie abfließt, in den Braukessel gebracht werden muß, so soll das mit einem größeren Zeit- und Brennstoffaufwand verknüpft sein und die verzögerte Förderung der Würze auf die Pfanne soll die Qualität des Bieres gefährden. Ich habe mich von diesen Gefahren nicht überzeugen können.

Die Wandungen des Grands bewirken eine Abkühlung der Würze, die man neuerdings durch Beseitigung desselben zu umgehen sucht. Es wird statt dessen ein ziemlich weites Kupferrohr angewendet, welches auf der einen Seite mit den Abflußhähnen des Seihbottichs in Verbindung steht, während auf der andern Seite eine Pumpe in Thätigkeit gesetzt wird, um die Würze in die Pfanne zu befördern. Die anfangs trübe abfließende Würze wird in den Bottich zurück gebracht.

Alle Flächen, welche hier mit der Würze in Berührung kommen, sind von Metall und werden, um sie von dem anklebenden Glutin zu säubern, mit einer Auflösung von Soda behandelt und mit reinem Wasser nachgespült.

§. 34.

Schließlich gehören auch in dieses Kapitel noch

die Apparate zur Gewinnung der Nachgußwürzen.

Die gewöhnliche Manier, um die in den Trebern steckende Würze zu gewinnen, besteht bekanntlich darin, daß man wiederholt kleine Quantitäten heißen Wassers mit den Trebern mischt, die dünnere Würze klar abzapft und zu der ersten bringt oder für sich verarbeitet. Die Trebern halten dann wieder eine Portion der dünnern Würze zurück, welche man durch abermaligen Zusatz von Wasser verdünnt, abläutert u. s. w. Man sieht, daß man durch diese Operation (das „Anschwänzen" oder „Absüßen" genannt) bezweckt, den schließlich unvermeidlichen Rückhalt von Würze in den Trebern so viel wie möglich zu verdünnen und so den Verlust an Extrakt auf den geringsten Satz zurückzuführen. Ist es dann nicht möglich, diesen in den Trebern gebliebenen Extrakt vollständig zu gewinnen?

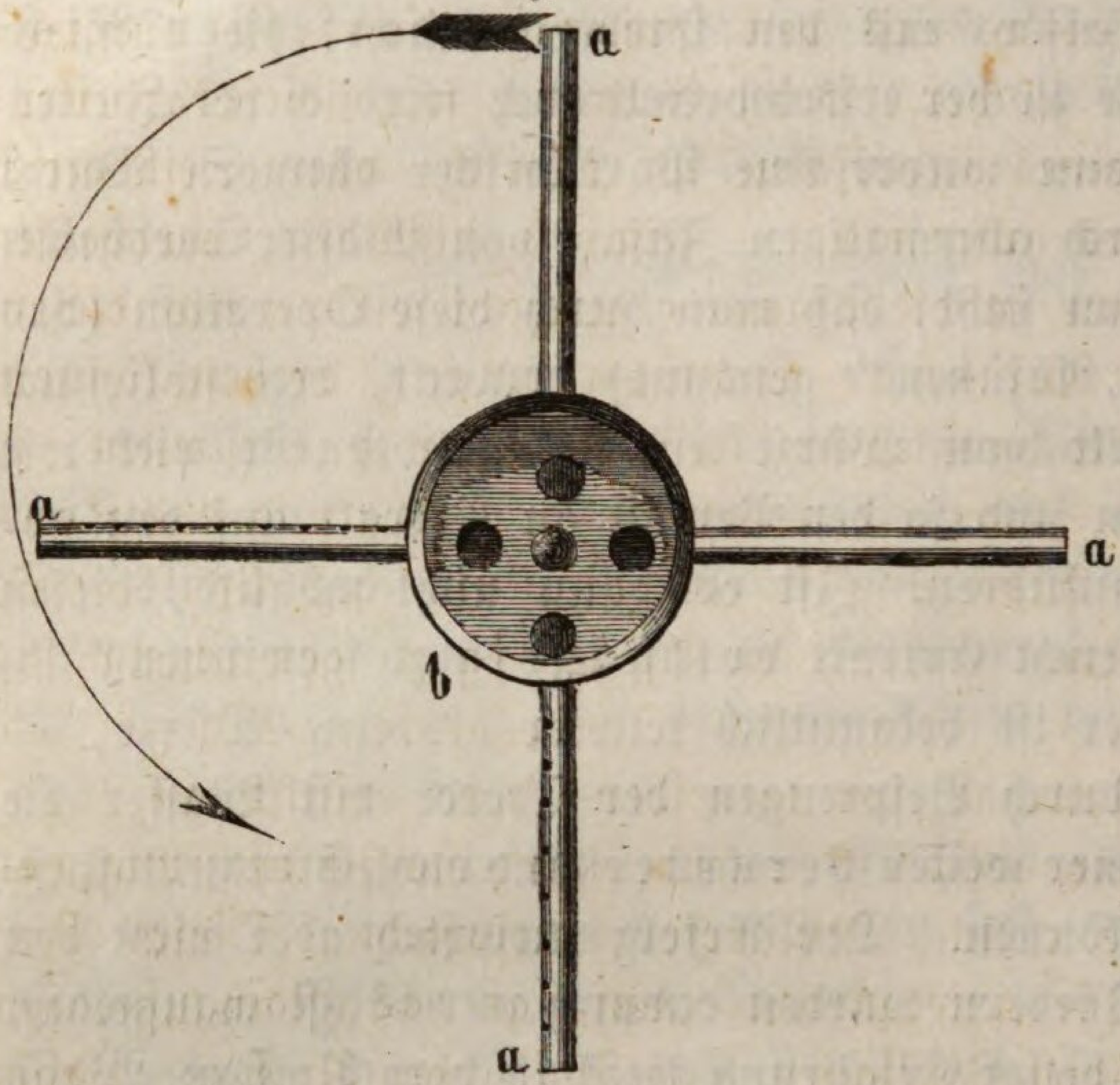
Das Nachgußwasser ist bekanntlich leichter als eine Würze, — man glaubte deshalb durch Besprengen der Treber mit Wasser die schwerere Würze immer weiter herunter und endlich zum Abflußloch hinausdrücken zu können. Der Erfolg entsprach aber nicht den Erwartungen, — die Trebern wurden dadurch nur höchst mangelhaft abgesüßt. Der Grund dieser Erfahrung liegt in dem Umstande, daß die Trebern zuvor etwas erkalten, — daß jede Würze aber dabei trübe und milchig wird durch Ausscheidung von Glutin, — daß dieses klebende Glutin die einzelnen Partikeln der Trebern überzieht und zu größern oder kleinern Klumpen zusammenleimt, die sich beim Aufguß von Wasser nicht wieder gleichmäßig vertheilen, sondern dasselbe nur durch einzelne Risse oder Kanäle in der Trebernmasse durchsickern lassen. Dabei bleiben dann natürlich die links und rechts verborgenen Würzemengen unangefochten von der Wasserströmung, — und daher der jämmerliche Erfolg dieser sogenannten Verdrängungsmethode.

Ganz anders aber gestaltet sich das Resultat, wenn man der Ausscheidung des Glutins und dem Zusammenkitten der Trebernmassen vorbeugt. Man hat nur nöthig, das Nachgußwasser auf dem Würzespiegel zu schichten, — da lagert es sich über der schwereren Würze ab, wie Oel über Wasser, — da schwimmen die Trebertheile noch frei und unverkittet herum, — da kann denn auch durch eine nachhaltige Zufuhr von Wasser alle Würze aus den Trebern verdrängt werden. Da sollte man nun denken, daß am Abfluß-

hahn der letzten Würzeportionen unmittelbar die ersten Wassermengen folgen würden. Dem ist aber nicht so.

Untersucht man die abfließende Würze in gleichen Zeiträumen mit dem Saccharometer, so wird man sehen, wie die Procente ganz regelmäßig abnehmen. Daraus ist ersichtlich, daß das nachdringende heiße Wasser nicht allein die erste Würze vor sich hertreibt, sondern auch die von den Substanzen der Trebern aufgesogene Würze aus denselben auslaugt und dem Braubetrieb zuführt.

Fig. 94.



Um nun diese Vortheile ungeschmälert zu erreichen, ist erforderlich, daß das heiße Wasser auf die schonendste Weise über den Würzespiegel gebracht werde, damit keine Vermischung der beiden Flüssigkeiten stattfindet. Man bedient sich dazu besonderer Vorrichtungen. Die verbreitetste derselben ist

das schottische Drehkreuz (the sparger),

dessen Verbreitung ich mir zur Aufgabe machte, nachdem ich mich von den mit seiner Anwendung verknüpften Vortheilen überzeugt hatte.

Fig. 95.

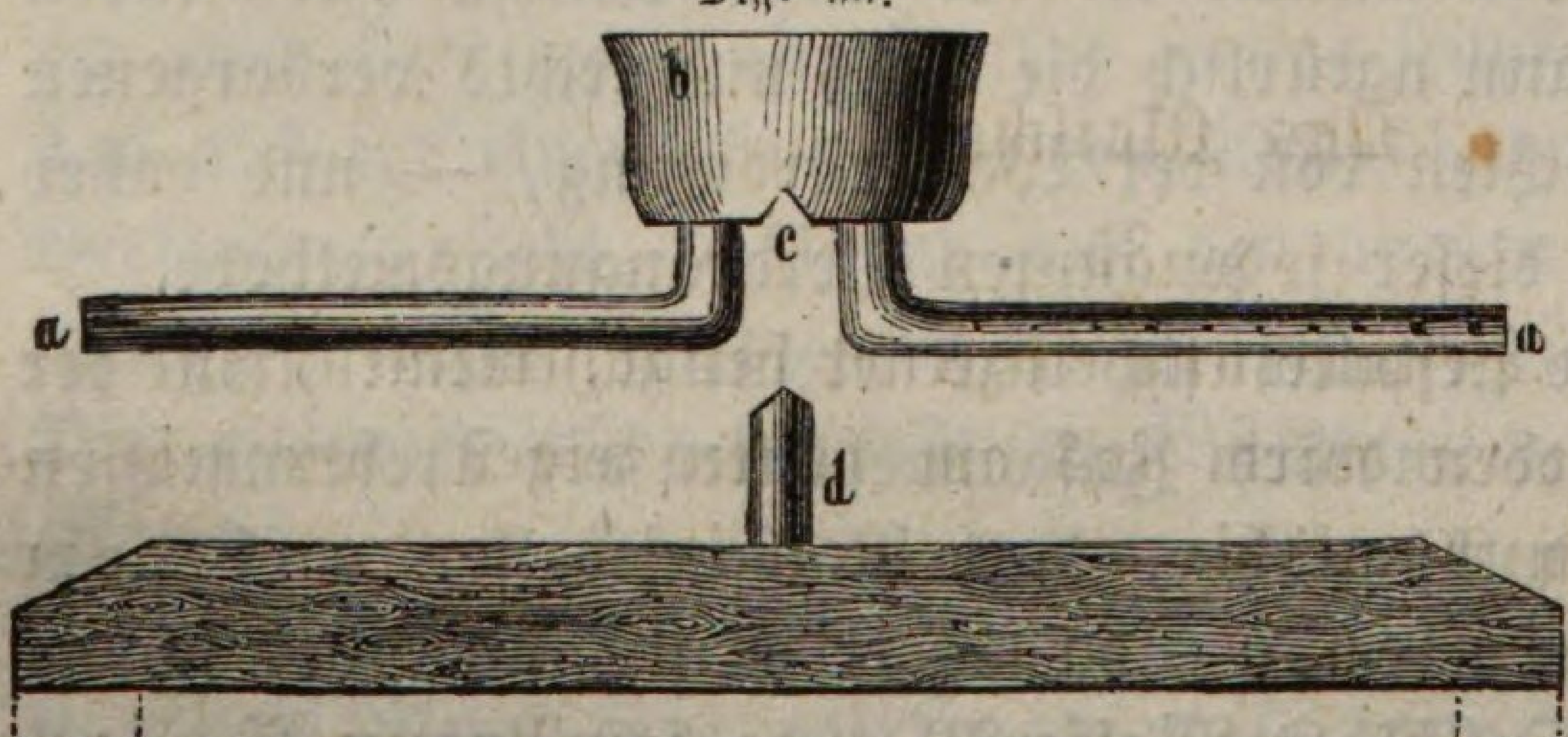


Fig. 94 zeigt uns die Ansicht von oben, Fig. 95 den senkrechten Durchschnitt. Die vier*) Arme a a a a sind kupferne Röhren von 35 bis 50 Millimeter Weite und einer angemessenen Länge, um (bei

*) Man braucht auch nur drei Arme anzubringen.

kleinern Bottichen) die Oberfläche der abzuläuternden Maische zu bestreichen und (bei größern Bottichen) noch hinreichend transportabel zu bleiben. An den äußern Enden sind diese Röhren verschlossen, die andern offenen Enden münden in die Schale b, welche genau im Mittelpunkt eine mit Hartblei ausgefütterte Pfanne c trägt. Die Arme a a a a besitzen seitwärts und immer in derselben Richtung kleine reihenweise Löcher. Beim Gebrauch wird dieses Instrument auf den Dorn eines inzwischen im Maisch- oder Seihbottich aufgelegten Querbalkens aufgesetzt, — Fig. 95 zeigt den Querbalken mit dem Dorn d, welcher in die Pfanne c gebracht wird. Auf diesem Dorn muß sich das Kreuz ohne Schwankungen drehen können. Läßt man nun das Nachgußwasser in die Schale b einfließen, so spritzt dasselbe aus den Seitenlöchern der Arme hervor und das Kreuz beginnt eine drehende Bewegung in der Richtung des Pfeils. So übernimmt also das Drehkreuz die Funktionen einer sehr regelmäßig arbeitenden Gießkanne.

Ein einfacherer Apparat, der denselben Zweck erfüllt, ist das Gießbret, eine hölzerne Scheibe mit einer Einfassung von dünnem Holzspan, die einige Millimeter emporsteht. Dieses Bret schwimmt auf dem Würzespiegel und empfängt das Nachgußwasser durch einen auf demselben befestigten Kautschukschlauch. Das Wasser rieselt dann über die Einfassung hin und schichtet sich ohne Tumult über der Würze. — Eine noch andere Manier ist die Anwendung des Gießkorbs. Ein mit Stroh belegter Korb wird im Maischbottich dergestalt aufgehängt, daß er bis zum Spiegel der Würze herabreicht. Wird nun das siedende Wasser in diesen Korb abgelassen, so lagert es sich ebenfalls sanft über der Würze ab.

Das Maischen.

§. 35.

Die später folgende Besprechung einzelner der zahlreichen, sehr verschiedenen Maischmethoden wird uns am besten zeigen, wie sehr sie — abgesehen von den Abweichungen beim Einteigen und der Erhöhung der Temperatur — auch noch in andern Hauptpunkten Verschiedenheiten bewähren. Es sind: die Menge des Brauwassers und die Vertheilung desselben zwischen Maischen und Anschwänzen.

Die Menge des Brauwassers anlangend, so ist dieselbe abhängig a) von der Braumethode, — indem z. B. durch anhaltendes

Kochen gebrochener Maischportionen mehr Wasser verdampft wird, als wenn man die Temperatur nur auf dem Siedepunkte erhält; —

b) von der Größe des Maischbottichs, — weil ein kleiner Bottich bei gleichem Inhalt mehr abkühlende Oberfläche hat als ein großer und deshalb auch mehr heißes Maischwasser (oder das Kochen größerer Maischquantitäten) verlangt, um die nöthige Maisch-Temperatur zu bekommen; —

c) von der Qualität der zu erzeugenden Biere, — indem z. B. ein Weißbier, dessen Würze nicht durch Abdampfen concentrirt werden darf, eine geringere Wassermenge verlangt als andere Biersorten; —

d) von der Beschaffenheit des Malzes; — langgewachsenes Malz bedarf weniger Maischwasser zur vollständigen Extrahirung als kurzgewachsenes, die Mitanwendung ungemalzten Getreides wirkt in derselben Weise; —

e) von der Konstruktion der Kühlapparate, — weil ein Apparat, der durch Verdunstung kühlt, eine minder concentrirte Würze verarbeiten kann, als einer, bei dem die Würze in geschlossenen Röhren läuft; — auf hölzernen Kühlschiffen concentriren sich die Würzen mehr als auf metallenen.

§. 36.

Hinsichtlich der Vertheilung des Brauwassers herrscht zur Zeit noch die auf „Glauben" gestützte liebe Gewohnheit mehr als das aus der Erwägung der obwaltenden Einflüsse resultirende Gebot. Die Einen wollen beim Maischen weniger Wasser angewendet wissen, um desto mehr Nachgüsse machen zu können; — diese lassen das Anschwänzwasser nämlich nicht auf den Würzespiegel, sondern auf die Trebern. Andere nehmen dagegen mehr Maischwasser, weil die Verzuckerung in einer dünnen Maische leichter und vollständiger von Statten gehe als in einer concentrirten; — sie wollen diesem Vortheil gegenüber lieber das kleine Opfer (durch mangelhaftes Anschwänzen der Trebern) bringen. Noch Andere überlassen sich, nachdem das Einteigen in gewohnter Manier besorgt ist, dem leidigen Zufall und glauben ein Uebriges gethan zu haben, wenn sie die Temperatursteigerung gehörig überwachen.

Uns — die wir unter allen Umständen nur auf den Würzespiegel anschwänzen und dabei mit der geringsten Wassermenge dennoch eine vollständige Ausbeutung der in den Trebern steckenden Würze erlangen — uns kann nur die Frage interessiren: „Ist es wahr, daß die Ver-

zuckerung in einer dünnern Maische leichter und vollständiger vorwärts schreitet als in einer concentrirteren?"

Nach meinen Erfahrungen muß ich diese Frage mit „Nein" beantworten. Man wird sich deshalb bei der Vertheilung des Maischwassers lediglich durch die Rücksicht auf die nothwendige Concentration der Hauptwürze leiten lassen. Betrachten wir in dieser Hinsicht z. B. die von Balling angegebene Norm, daß auf je 100 Pfund Darrmalz 750 Pfund Wasser werden, wovon etwa 400 Pfund zum Maischen und 350 Pfund zum Anschwänzen dienen.

100 Pfund Darrmalz liefern etwa 60 Pfund Extraktstoffe und 33 Pfund trockne Trebern, — außerdem waren 7 Pfund Wasser darin enthalten. Die beim Maischen erhaltene Auflösung besteht also aus 400 Pfund Maischwasser, 7 Pfund Wasser aus dem Malze und 60 Pfund Extrakt. Die Hauptwürze muß also enthalten 407 : 60 = 100 : x = 12.847 Proc. Extrakt.

Eine Würze von dieser Concentration reicht hin, um einer Anforderung zu genügen, die nicht zu umgehen ist, wo es sich um Darstellung der feinsten Biere handelt. Da muß man nur die erste Würze benutzen und darf sie nur kurze Zeit kochen lassen, — die Nachgüsse werden für sich zu einem dünnern Schenkbier verarbeitet. Die Concentration der Würze wird beim Sieden (welches nur bis zum Brechen der Würze dauert) um etwa $1/2$ Proc., beim Kühlen (auf hölzernen Kühlschiffen, die wesentlich durch Verdunstung kühlen) um etwa $1^3/_4$ Proc. zunehmen und schließlich eine Würze von etwa 15 Proc. resultiren.

Verschiedene Maischmethoden.

§. 37.

Abgesehen davon, daß die verschiedenen Maischmethoden an sich schon — ob nämlich auf dem Wege der Infusion oder Dekoktion oder auf Lautermaisch oder auf Satz gebraut wird (s. S. 201—204) — von wesentlichem Einfluß auf den Charakter des Bieres bleiben, sind dieselben, indem sie an den verschiedenen Orten mit den mannichfachsten Variationen durchgeführt werden, noch mit manchen interessanten Eigenthümlichkeiten behaftet. Ich kann hier freilich nur einige der charakteristischsten Maischverfahren beschreiben und mit kritischen Anmerkungen begleiten, — könnte man doch über dieses Kapitel allein ein dickes Buch schreiben!

Das Infusions-Verfahren

findet seinen Hauptrepräsentanten in den

englischen und schottischen Braumethoden.

Ich setze einige derselben hierher.

a) Das Wasser im Kessel ist bis auf etwa 77—82° erhitzt und fließt in dem Maischbottich gewöhnlich im Verhältniß von 167 Pfund auf je 100 Pfund Malz. Das Malz, nachdem es langsam eingeschüttet ist, wird innig mit dem Wasser gemischt, um der Bildung von Klumpen vorzubeugen. Hierauf werden noch 110 Pfund Wasser von 94° von unten hinzugelassen, wonach der bedeckte Bottich $1\frac{1}{2}$ bis 3 Stunden der Ruhe überlassen bleibt.

In manchen der größten Londoner Brauereien ist die befolgte Praxis: in dem Maischbottich das Wasser (in obigem Verhältniß) im Sommer mit 63°, im Winter mit 75° in den Bottich zu bringen, das Malz allmälig einzutragen und gehörig zu maischen, was $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Stunden dauert. Dann wird noch soviel Wasser von 94° in die Maische gelassen unter sorgfältigem Maischen, daß die Temperatur im Bottich ungefähr 63° beträgt. Der Bottich bleibt 1 bis $1\frac{1}{2}$ Stunden auf der Ruhe 2c.

Nach diesen Methoden werden Porter und London Ale gebraut. Das sehr berühmte Scottish Ale verdankt seinen Ursprung dem

b) folgenden, weniger empfehlenswerthen Verfahren. In den Bottich fließen etwa 200 Pfund Wasser von 82° auf je 100 Pfund Malz, — das gebrochene Malz wird rasch eingetragen, um die Temperatur herunter zu drücken, und sorgfältig gemaischt. Die Temperatur der Maische ist gewöhnlich ungefähr 60° an der Oberfläche, im Innern der Maische aber ist die Temperatur höher, denn die abfließende Würze hat gewöhnlich eine Temperatur von 68°, womit es auf der Ruhe bleibt.*)

In Deutschland und Frankreich wird das Infusionsverfahren da und dort zur Anwendung gebracht. Allgemein unterscheidet sich die Durchführung von den englischen Methoden darin, daß das Malz stets erst mit kaltem, lauwarmem oder höchstens 62° heißem Wasser eingeteigt wird, ehedenn das übrige Maischwasser siedendheiß

*) Es scheint zwar nicht so, als ob bei der so hohen Temperatur die Wirksamkeit der Eiweißstoffe als Verzuckerungsfaktoren zu Schaden käme, — dagegen aber findet man die oberflächliche Verkleisterung der Schrottheile öfters. Es ist auffallend, daß sich ein so wenig rationelles Verfahren so lange erhalten konnte.

zugesetzt („zugebrüht") wird, um eine Temperatur von schließlich 70—75° zu erhalten.

§. 38.

Eine eigenthümliche Art der Infusionsbrauerei in Holland erzählt uns Mulder in seiner „Chemie des Bieres". Er sagt:

„Nach dem folgenden Verfahren wurde in einer Brauerei, wie ich mich selbst überzeugt habe, ein ganz vorzügliches Bier erhalten. Zuerst bringt man in den Bottich Wasser von 35°, hierauf das Malz, arbeitet das Ganze tüchtig um und überläßt es eine Zeitlang sich selbst. Alsdann fügt man warmes Wasser in so geringer Menge hinzu, daß eine und dieselbe Menge Malz sechs- bis siebenmal ausgezogen wird, jedesmal bei 75°. Um dem Sauerwerden der Würze vorzubeugen (da die ganze Operation zwölf Stunden dauert), zapft man den jedesmal erhaltenen Auszug in den Kessel ab, welcher bereits den Hopfen enthält. Das Kochen der sämmtlichen 6 bis 7 Auszüge beginnt erst mit der Beendigung des letzten Auszugs.

„Ohne mich auf eine Beurtheilung der Nach- oder Vortheile einlassen zu können, kann ich doch soviel als sicher behaupten, daß die ganze Masse des in dem Maischbottich befindlichen Malzes hier als Filter für die abfließende Würze dient, welche ohne Weiteres wasserhell abfließt, und daß ferner die Trebern so vollständig vom Stärkemehl befreit sind, wie dies meines Wissens nirgends mehr der Fall ist."*)

Das Lautermaisch-Verfahren

§. 39.

ist in Deutschland besonders in Bamberg und Umgegend heimisch, außerdem findet man es mit Variationen in Holland und Belgien.

Das Wesentliche dieser Methode besteht darin, daß die Tempe-

---

*) Die Vortheile, welche hier hervorgehoben sind, können auf andern Wegen weit billiger (d. h. mit geringerm Aufwand von Brennstoff, Arbeit und Zeit) erlangt werden. Die Nachtheile aber sind zu gewichtig, um dem obigen Verfahren das Wort reden zu können; denn erstens werden die löslichen Eiweißstoffe sämmtlich in den ersten Auszügen stecken und in den Kessel wandern, während sie doch im Bottich bleiben und ihre Einwirkung auf das Stärkemehl geltend machen sollten; — und zweitens liefert eine Würze, die etwa 12 Stunden im Kessel war, ein Bier mit einem unangenehmen Beigeschmack nach „Apotheke", — von dem Aroma einer schnell gekochten Würze ist keine Spur mehr da.

ratursteigerung im Bottich nicht durch reines Wasser geschieht (wie bei der Infusions- oder Wassermaischbrauerei), sondern durch Erhitzen der abgezapften Würze (Lautermaische). Diese ist theils trübe, mit Stärkemehl beladen, sie wird in den Kessel befördert, durch Kochen verkleistert und diese heiße Kleisterwürze wird dann in den Bottich zurückgebracht; — theils wird die klar abgeläuterte Würze als Träger der Wärme benutzt.

In der Ausführung gehen also diese Methoden ziemlich auseinander.

Die Bamberger arbeiten mit trüber Lautermaische und machen's also. Das Malzschrot liegt trocken im Bottich, in der Mitte tiefer und gegen die Wände hin erhöht. Das siedende Wasser im Kessel ist mit soviel kaltem Wasser gemengt („abgeschreckt")*), daß es eine Temperatur von 80° hat. Von diesem Wasser läßt man nun von unten (durch den Pfaffen) in den Bottich dringen, so daß sich das Malz hebt und wie ein Kuchen obenauf schwimmt, wo man es 1/2 Stunde lang schweben und sich mit Wasserdunst sättigen läßt. Dann wird tüchtig (1/4—1/2 Stunde lang) gemaischt. Nun wird der Zapfen geöffnet, so daß eine trübe Brühe (wie Buttermilch) abfließt, welche schnell in den Kessel geschöpft und zum Sieden erhitzt wird. Zuletzt fließt eine ziemlich klare Würze ab, welche man in den Grand abfließen läßt.

Die Lautermaische im Kessel, deren Stärkemehl zunächst verkleistert wird, verbreitet alsbald einen aromatischen Geruch und liefert den bekannten Schaum, welcher das Kennzeichen der um sich greifenden Zuckerbildung ist. Hierbei ist Vorsicht nöthig, damit kein Ueberschäumen stattfindet, wozu die Lautermaische sehr geneigt ist. Man läßt nun 1¼ Stunde kochen, wonach ein Theil der Lautermaische von unten in den Maischbottich getrieben wird, um etwa dort angesammelte Stärkemehl-Ablagerungen (sog. „Unterteig") ebenfalls zu verkleistern und empor zu führen; der Rest wird rasch über die Trebern geschöpft, gut gemaischt und der Ruhe überlassen. Die Würze, welche im Grand stehen blieb, wird dem Kessel überliefert und schützt den Boden desselben.

*) Dieser Gebrauch des „Abschreckens" hat nur dann Sinn, wenn man nicht mehr zum Sieden erhitzte, als um mit dem Abschreckungs-Wasser zusammen gerade das Maischwasser zu bilden. Ist das Quantum größer, so ist's eine Brennstoff-Verschleuderung.

In Kulmbach dagegen wird mit klar abgeläuterter Würze gearbeitet. Das Malzschrot wird in den leeren Bottich gebracht und mit so viel Wasser von 50⁰ vermengt, daß es gleichmäßig durchfeuchtet ist, — so bleibt die Masse 1 Stunde stehen. Hierauf läßt man durch den Pfaffen so viel siedendes Wasser in den Bottich treten, daß nach halbstündigem Maischen die Temperatur 54 bis 56⁰ beträgt. Nachdem sich die Trebern gesetzt haben, zieht man eine klare Würze und bringt sie in den Kessel, woselbst sie zum Sieden erhitzt wird. Durch das Zurückbringen in den Bottich steigt die Temperatur auf 70 bis 72⁰*); — nach $^3/_4$stündigem Maischen bringt man die Maische auf die Ruhe.

In Belgien, wo man neben dem Malz stets ein ansehnliches Quantum Rohfrucht verarbeitet, finden folgende, durch eben diese Beimengung hervorgerufene Abweichungen Statt. Die Rohfrucht wird sehr fein geschroten und als Auflockerungsmittel wird noch Weizenspreu beigemengt. Ist alles Malz und Getreide im Bottich, so bringt man das lauwarme Maischwasser hinzu und maischt gut durch. Dann giebt man noch kleine Portionen kochenden Wassers hinzu, maischt und zapft dann eine Lautermaische ab, die im Kessel zum Sieden kommt und in den Bottich zurückgebracht wird. Diese Operation wird allenfalls wiederholt, bis die Temperatur auf höchstens 75⁰ gestiegen ist.

Zur Gewinnung der Lautermaische schlägt man, da die Beimengung der Rohfrucht das Abfließen der Würze anfangs sehr erschwert, folgenden Weg ein. Man taucht starke, aus Weidenruthen geflochtene Körbe in die Maische, sie füllen sich mit Lautermaische und halten die Trebern zurück. Ist später die Temperatur im Bottich gesteigert, so fließt die Würze auch durch den Seihboden gut ab.

Das Dekoktions-Verfahren

§. 40.

oder die Dickmaischbrauerei verlangt, daß ein Theil des mit Wasser gemischten Malzschrotes von der dünnern Brühe gesondert und diese dickere Masse (die Dickmaische) in den Kessel gebracht und zum Sieden erhitzt wird, wornach sie in den Bottich zurückgebracht

*) Aber eine kräftige Einwirkung der Eiweißstoffe auf das Stärkemehl findet nicht mehr Statt, weil die Eiweißstoffe bereits die bekannte nachtheilige Wirkung erlitten haben.

wird, um die Temperatur zu erhöhen. Bald wird die Operation in mehr, bald in weniger Abschnitten vorgenommen.

In Altbayern ist dieses Verfahren am meisten heimisch. In München z. B. arbeitet man etwa in folgender Weise. Das Malzschrot wird in den mit kaltem Wasser versehenen Bottich ausgeschüttet und unter stetem Umrühren 2 bis 3 Stunden lang stehen gelassen. Mittlerweile wird das übrige Maischwasser zum Sieden erhitzt und (gewöhnlich in zwei Abschnitten) von unten in den Bottich gebracht, unter beständigem Maischen. Ist alles Wasser im Bottich, so beträgt die Temperatur 31 bis 37°. Hierauf wird die erste Dickmaische in die Pfanne geschöpft und gekocht. Sobald sich die Treberntheile unter lebhaftem Kochen emporheben, wird von der Dickmaische unter unaufhörlichem Maischen im Bottich soviel zurückgeschöpft, daß die Temperatur im Bottich sich auf 47 bis 51° hebt, worauf die zweite Dickmaische in den Kessel gebracht und 3/4 bis 1 Stunde lang gekocht wird. Durch abermaliges Rückschöpfen in den Bottich steigt die Temperatur auf 60 bis 62°. Nach einer 1/4stündigen Ruhe bringt man in die gesäuberte Pfanne den größten Theil der Lautermaische, erhitzt sie bis zum Sieden, kocht 1/4 Stunde und schafft sie in den Maischbottich zurück, wo sich nun eine Temperatur von 72 bis 75° einstellen wird.

Fast jede Brauerei hat Abweichungen bezüglich der Temperaturen und dem werden dann besondere Einflüsse auf die Qualität des producirten Bieres zugeschrieben. Deshalb sind denn auch die Angaben über die Menge der jedesmal zu kochenden Dickmaische sehr verschieden, wobei außerdem auch die Größe des Maischbottichs (der Abkühlung wegen) mit in Betracht kommt. Z. B. war in einer Brauerei, die etwa 1000 Kilogramm Malz verarbeitete, das Verhältniß folgendes:

Im Bottich waren 4700 Liter kaltes Wasser, im Kessel wurden 2150 Liter Wasser zum Sieden gebracht, wovon 1600 Liter in den Bottich gelangten, — Temperatur: 35—37°. Aus dem Bottich wurden 2550 Liter (als erster) Dickmaisch in den Kessel und zum Sieden gebracht, wovon nach 3/4 Stunden nur soviel in den Bottich zurückgesandt wurde, daß die Temperatur auf 47—50° stieg. Als der zweite Dickmaisch geschöpft war, befanden sich in der Pfanne 2600 Liter, die 1 Stunde gekocht wurden. Während der Zeit wird der Grand halb voll Lautermaische gelassen. Sobald die zweite Dickmaische

in den Bottich zurückgebracht ist und da eine Temperatur von 60—62° erzeugt hat, erhält der Kessel zunächst die Lautermaische aus dem Grand und dazu noch soviel Lautermaische aus dem Bottich, daß sich deren insgesammt 6000 Liter im Kessel befinden; $^1/_4$ Stunde gekocht, dann in den Bottich zurück und das Spülwasser dazu, Temperatur: 72—74°.

Auf alle solche Herkömmlichkeiten sollte man aber doch nicht zuviel Gewicht legen, sondern hauptsächlich dafür sorgen, daß die höchste Temperatur (beim „Abmaischen") nicht über 75° hinausgeht.

Um aber die Einwirkung zu würdigen, welche Verschiedenheiten bei der Ausführung des Dickmaischkochens auf die Qualität des Bieres ausüben können, müssen wir uns an die Eigenschaft der unlöslichen Eiweißstoffe zurückerinnern. Diese werden (s. I. §. 152) durch Erhitzen mit Wasser in einen braunen Körper umgewandelt und bleiben dann auch in der Kälte löslich. Wieviel nun von diesen unlöslichen Eiweißstoffen der erwähnten Umwandlung unterliegen und in die Würze übergeführt werden sollen, das hängt ab von der Menge der gesottenen Dickmaische (welche ja reich ist an diesen Körpern) und von der Zeit des Siedens. Deshalb sind die Biere aus Würzen, bei deren Bereitung nur **eine** Dickmaische kurze Zeit gekocht wurde, weniger vollmundig und mehr weinig von Geschmack.

§. 41.

Balling, der die gekochte Dickmaische hauptsächlich als Träger der Wärme betrachtet, hat schon vor vielen Jahren, wo ihm freilich die so höchst wichtigen Veränderungen der Eiweißstoffe noch nicht bekannt waren — auf die Mängel des herkömmlichen Dekoktionsverfahrens hingewiesen und empfahl deshalb als ein verbessertes Maischverfahren folgendes.

300 Pfund Wasser werden in der Pfanne auf 88° erhitzt, sofort*) durch den Abflußhahn in den Maischbottich abgelassen, worin dasselbe durch die Gefäßwände auf etwa 84° abgekühlt wird. Durch Zusatz von 120 Pfund kaltem Wasser wird sich eine Temperatur von etwa 62° einstellen, — je nach der Temperatur der Jahreszeit muß da der Braumeister ab- und zuzuthun wissen. In dieses Maischwasser bringt man nun 100 Pfund Malzschrot, maischt und findet dann die Tem-

*) Das Wörtchen „sofort" steht da nicht ohne Bedeutung, — jedes fortgesetzte Sieden und dann „Abschrecken" durch kaltes Wasser ist eine Spielerei, die viel Brennstoff kostet.

peratur der Maische, etwa 57$^1/_2$°. Wird nun etwa die Hälfte der Maische als Dickmaische in den Kessel geschöpft, zum Kochen erhitzt und in den Bottich zurückgebracht, so wird sich eine Temperatur der Maische von etwa 75° zeigen.

§. 42.

Es hat — soviel ich weiß — lange Zeit erfordert, ehedenn der vortreffliche Vorschlag Balling's allgemeinen Anklang fand. Dem verstorbenen Philipp Heiß gebührt einiges Verdienst für die weitere Verbreitung dieses Verfahrens. Heiß brachte dabei noch eine recht zweckentsprechende Abänderung an, indem er dem Braukessel die Arbeit des Maischbottichs übertrug und sich des letztern blos als Seihbottich bediente. Daß dabei die Wärme-Verluste, welche durch den Transport der Maische in den Bottich und die Abkühlung durch die Bottichwände entstehen würden, vermieden sind, liegt auf der Hand; — und das ist eine Brennstoff-Ersparung, weil die abgeläuterte Würze jetzt heißer in den Kessel zurückgebracht wird. Dieses Maischen im Braukessel geschieht wie folgt. Das Wasser wird auf 50 bis 56° erhitzt, dann das Malz zugesetzt und nun die Temperatur langsam auf 65—68° gesteigert. Dann schließt man das Feuer und läßt Alles eine halbe Stunde ruhig stehen, wornach bei wieder geöffnetem Feuer die Temperatur auf 75° gebracht wird. Hierauf bleibt die Maische wieder $^3/_4$ Stunden (bei geschlossenem Feuer) auf der Ruhe, — dann läßt man sie in den Seihbottich laufen, wo nach $^1/_4$ Stunde das Abläutern beginnt.

Man sieht, daß hierbei eigentlich gar kein Kochen der Dickmaische stattfindet und daß die Würzen deshalb nur wenig mehr Eiweißstoffe enthalten werden als bei der Infusion. Will man in dieser Hinsicht die Trebern mehr erschöpfen, so befolge man meinen Vorschlag, den ich im „Bierbrauer" Jahrgang 1859 S. 51 gemacht habe. Er lautet:

Man bedeckt die innere Seite des Abflußhahnes mit einer an einen Stiel befestigten Seiheplatte und hält die Dickmaische zurück, so gut es eben gehen will. Die trübe Würze wird in den Maischbottich befördert und soll auf etwa 50° erkalten. Mittlerweile wird die Dickmaische zum Sieden erhitzt und etwa 1 Stunde lang auf dem Siedepunkt erhalten. Wohlverstanden: auf dem Siedepunkt erhalten, — denn es bedarf nicht des Siedens, d. h. der Dampfentwickelung, wobei so ungeheuer viel Wärmestoff verbraucht wird. Die sehr veränderte Dickmaische, in welcher der Rest des rück-

ständigen Stärkemehls verkleistert und die reich an Eiweißstoffen geworden ist, wird nun zu der übrigen Würze gebracht und gut aufgemaischt. Da tritt dann die Verzuckerung des Kleister-Restes ein u. s. w.

Im „Bierbrauer" 1861 S. 183 findet sich der Bericht eines Korrespondenten, welcher das Heiß'sche Verfahren dahin abänderte, daß die ganze Masse in der Braupfanne nach $^3/_4$ stündiger Ruhe bei 75° schnell bis zum Siedepunkt erhitzt und eine Stunde lang dabei erhalten wird. Hierauf wird die gesammte Dickmaische in den Bottich abgelassen und $^1/_4$ Stunde tüchtig aufgemaischt. Dann wird die Lautermaische abgelassen, in den Kessel gebracht und bis zum Brechen, d. h. bis zur Zersetzung des Glutins (s. I. §. 152) in lösliche und unlösliche Eiweißstoffe, gekocht. Dann wird die Lautermaische wieder zum Schrot gelassen und wiederholt tüchtig aufgemaischt. Dann Abläutern u. s. w.

Gegen diese Methode habe ich einzuwenden, daß sie mit einer Gefahr verbunden ist, wenn die bei 75° auf der Ruhe gestandene Maische noch hartnäckiges Stärkemehl in den Trebern stecken hat, welches beim Kochen wol verkleistert, aber nicht mehr verzuckert wird. In diesem Falle zeigt die Jodprobe (s. I. §. 83) wiederum Kleister an, während sie vorher keinen solchen nachwies (s. auch „Bierbrauer" 1861 S. 172). Findet sich nun einmal eine solche kleistrige Würze vor, was ist da zu thun?

Man läßt die Temperatur im Bottich bis auf 75° herabgehen, wirft kleine Mengen Malzschrot in die Maische, rührt gut um und läßt ruhen. Dann macht man die Jodprobe, — hält sie Stich, so wird abgeläutert, — wird noch Kleister angezeigt, so muß der Malzzusatz wiederholt werden.

§. 43.

In Böhmen wird das Dekoktionsverfahren in etwas anderer Weise ausgeführt, als in Bayern, und bietet uns eine ganz interessante praktische Seite dar bezüglich der Beseitigung der letzten Stärkemehl-Reste.

Ehedenn wir diese Methode näher besprechen können, müssen wir die Vertheilung des Brauwassers kennen lernen. Man rechnet auf je 100 Pfund Malz 750 Pfund Brauwasser. Von diesem Quantum wird $^1/_4$ zum Nachguß und der Rest zum Maischen verwendet, nachdem noch $^1/_{30}$ des Restes in Abzug gebracht ist, um den ersten Würzeabzug damit zu verdünnen. Von dem alsdann erübrigenden

Maischwasser dienen $^4/_5$ zum „Ausschütten" und $^1/_5$ zur nachfolgenden Temperatursteigerung (zum „Zubrühen"). Hiernach vertheilen sich also die obigen 750 Pfund so, daß

435 Pfund zum Ausschütten,
108 " zum Zubrühen,
19 " zur Verdünnung der ersten Würze und
188 " zum Nachguß dienen.

Das zum Ausschütten nöthige Wasser wird in den Kessel gebracht, gekocht*) und in den Maischbottich geleitet, worin es (im Sommer auf 33°, im Winter auf 40°) abkühlen soll. Der Kessel erhält dann das Zubrühwasser, welches zum Sieden erhitzt wird.

In das im Maischbottich befindliche abgekühlte Wasser wird nun das Malzschrot ausgeschüttet und 5 bis 6 Minuten lang gut durchgemaischt, worauf das siedende Zubrühwasser in den Maischbottich abgelassen und abermals tüchtig durcheinander gerührt wird. Hierauf wird etwa $^1/_3$ des so eingemaischten Schrotes vermittelst der Rührkrücke nach einer Seite des Bottichs an die Wand gezogen und als Dickmaische in den Kessel geschöpft und darin vorsichtig (damit sie weder anbrenne noch überschäume) erhitzt und etwa $^1/_2$ Stunde lang gekocht. Es entsteht dabei der die Verzuckerung stets begleitende Schaum. Sobald sich dieser Schaum zu verlieren anfängt, und sich die anfangs blasse Farbe der Würze in eine bräunlichgelbe**) verwandelt hat, betrachtet man die Dickmaische als genügend gekocht und bringt sie in den Maischbottich zurück, wo Alles nach den Regeln der Kunst gut durchgearbeitet wird. Nun wird abermals, aber von einer andern***) Seite des Bottichs, eine Dickmaische zusammengekrückt und im Kessel 20—24 Minuten gekocht†), worauf sie wieder in den Bottich spaziert. Endlich kommt noch eine dritte Dickmaische zum 20 Minuten langen Kochen.

Durch diese drei Kochungen ist die Temperatur im Bottich auf 71 bis 75° gesteigert. Der Kessel wird inzwischen mit dem zurückgehaltenen $^1/_{30}$ des Maischwassers beschickt.

---

*) Ein höchst kostspieliger und unnützer Gebrauch! Rationelle Bauer erhitzen auch nur wenig Wasser bis zum Kochen und setzen im Bottich kaltes Wasser zu.

**) In Folge der Umwandlung der Eiweißstoffe, weshalb denn auch eine im Glase befindliche Würze sich alsbald klärt.

***) Warum „von einer andern Seite?" Ist etwa nur mangelhaft gemaischt?

†) Warum nicht ebenfalls bis zum Eintritt der Kennzeichen Gare, wie beim ersten Dickmaischkochen?

Nun läßt man die Würze aus dem Bottich in den Grand so lange ablaufen, bis sie klar erscheint. Die abgeflossene trübe*) Würze wird zu dem siedenden Wasser im Kessel gebracht und noch einige Minuten lang gekocht**), wornach man sie wieder in den Bottich bringt, ohne aber die Treber, welche sich bereits abgesetzt haben, wieder aufzurühren; — der Kessel hat inzwischen etwas klar abgeläuterte Würze erhalten. Dann läßt man auf der Ruhe die Verzuckerung sich vollenden.

Ob die vorausgesetzte Vollendung der Verzuckerung aber immer stattfinden wird, das scheint zweifelhaft zu sein, wenn (wie Balling sagt) die Temperatur im Bottich schon nach Zusatz der dritten Dickmaische oft etwas über 75° gesteigert ist und also jetzt noch weiter erhöht wird. Allein — um etwaigem Mißgeschick vorzubeugen, kann man ja das Abschlämmen des Stärkemehls schon beim zweiten und dritten Dickmaischkochen bewirken, indem man durch rasches Aufdrehen des Hahnes kleine Portionen der trüben Würze abläßt, dann den Hahn schließt und nach kurzer Ruhe abermals trübe Würze erhält u. s. w. Die Erfahrung muß zeigen, ob man auf diesem Wege vielleicht die Malzextrakt-Ausbeute noch steigern kann. Jedenfalls wird aber die Gefahr des „Kleisters" vermieden, weil bei richtiger Durchführung der Operation schließlich gar kein oder nur so wenig Unterteig erscheint, daß man ihn auf die Trebern zurückgießt.

Das Brauen „auf Satz".

§. 44.

In Augsburg, Nürnberg, Ulm und vielen andern süddeutschen Städten war dieses Brauverfahren längst heimisch und wird schwerlich durch ein anderes verdrängt werden.

Von dem verwendeten Maischwasser kommt die kleinere Hälfte in den Bottich, die größere Hälfte in die Pfanne.

Wie das Einteigen hierbei ausgeführt wird, ist bereits §. 14 besprochen.

Nachdem das eingeteigte Malz mehrere Stunden lang gestanden hat, wird der Hahn geöffnet und die Flüssigkeit — der „kalte Satz" —

*) Sie ist reich an aufgeschwemmtem Stärkemehl!

**) Dabei wird das Stärkemehl in Kleister verwandelt, dessen Granulose (§. I. 113) in die Würze übergeht.

fließt langsam in den Grand, worin er aufbewahrt wird. Dann wird das übrige Wasser im Kessel zum Sieden gebracht, die Schrotmasse im Bottich durch Umstechen aufgelockert und unter lebhaftem Maischen soviel kochendes Wasser durch den Pfaffen hinzugebracht, bis die Temperatur der Maische 52—56° beträgt, worauf der Wasserzusatz unterbrochen und noch 10 Minuten fortgemaischt wird. Alsdann wird der im Grand befindliche „kalte Satz" zu dem im Kessel zurückgebliebenen Wasser gebracht.

Nun wird der Hahn am Bottich rasch geöffnet, so daß eine trübe Flüssigkeit, die viel Stärkemehl enthält, abfließt. Oft pflegt man vor dem Oeffnen des Hahnes die ganze Masse im Maischbottich aufzurühren, um eine möglichst große Masse Stärkemehl in die trübe Würze zu bringen. Die trübe Würze wird in den Kessel und daselbst sehr allmälig zum Sieden gebracht*).

Fließt die Würze vom Bottich inzwischen klar ab, so wird der Hahn geschlossen und der Grand gesäubert. Nach einer Stunde öffnet man den Hahn behutsam und läßt von der klaren Würze soviel in den Grand fließen, daß das Gewicht derselben dem Gewicht des angewandten Malzes ungefähr gleich ist. Man nennt das den „warmen Satz", — er wird auf's Kühlschiff gebracht und zuweilen umgerührt**). Was noch ferner vom Bottich abrinnt, wird in den Kessel gebracht.

Ist die Flüssigkeit im Kessel zum Sieden gelangt, so wird sie in den Bottich zurückgelassen, wodurch sich nach regelrechtem Maischen eine Temperatur von 72—75° ausweisen wird.

Nun wird von der Maische im Bottich unter fortwährendem

---

*) Was geschieht hierbei? — Der „kalte Satz", welcher reichlich beladen ist mit den Eiweißstoffen, die durch die kostspielige Mälzerei in diese zweckmäßige Form gebracht sind, befindet sich ebenfalls im Kessel, welcher die trübe Würze aufnimmt. Wird nun die Temperatur recht langsam gesteigert, so kann die Umwandlung des Stärkemehls erreicht werden, besonders wenn man bei 72° das Feuer absperrt. Wie leicht aber kann der Teufel der Trägheit sein Spiel treiben und man erhält eine kleisterige Würze, während die Eiweißstoffe des kalten Satzes gebräunt werden.

**) Der „warme Satz" spielt eine jammervolle Rolle, — man schickt ihn auf's Kühlschiff, damit er nicht milchsauer wird, — dann wird er wieder in den Kessel gebracht, um sich vorläufig mit dem Hopfen zu unterhalten. Wenn mir doch ein Brauer sagen könnte, weshalb denn eigentlich ein „warmer Satz" gemacht wird! Vielleicht ist's eine Geheimthuerei, die in den Klöstern des Mittelalters — die bekanntlich die Hochschulen der Bierbrauerei waren — ihren Ursprung hat.

Umrühren der größte Theil in den Kessel und zum Sieden gebracht. Da sich dabei die Reste von Stärkemehl in Kleister umwandeln, so muß, um dessen Verzuckerung jedenfalls zu ermöglichen, ein kleiner Theil der Maische im Bottich zurückbleiben*). Wieviel man zu diesem Zweck zurückbehält, darüber ist die Praxis verschieden, meistens ist's nur ein sehr geringer Theil.

Diese Dickmaische wird nun $^3/_4$—1 Stunde lang gekocht, in den Bottich gebracht und steigert die Temperatur beim Abmaischen auf 82—87°**).

Der Kessel wird gesäubert und empfängt den „warmen Satz", dem der nöthige Hopfen zugesetzt ist, — die abgeläuterte Würze kommt dann hinzu.

Schwedisch-französisches Brauverfahren.

§. 45.

Vor mehreren Jahren wurde durch einen Schweden ein Brauverfahren in Frankreich eingeführt, welches sich durch große Einfachheit der Operationen vortheilhaft auszeichnet und sich deshalb auch viele Freunde erworben hat.

Der Maischbottich ist von Metall und mit einem Mantel umhüllt, in den Zwischenraum strömt Dampf ein.

Nachdem das fein gemahlene Malz in den Bottich gebracht ist, wird es mit $^3/_5$ des Maischwassers (im Sommer kalt, im Winter lauwarm) sehr gut durchgemaischt. Dann wird (wahrscheinlich nach kurzer Ruhe) alle Flüssigkeit, die man abzapfen kann, in eine der Braupfannen gebracht und *sehr langsam* auf 60 bis 65° erhitzt.

Während dieser Zeit sind die andern $^2/_5$ des Maischwassers zum Sieden erhitzt und werden in den Maischbottich gelassen. Durch Einleiten von gespannten Dämpfen in den Mantel wird die Masse allmälig zum Sieden erhitzt und 15—20 Minuten darin erhalten (das ist also ein Dickmaischkochen!). — Dann wird durch lebhaftes Aufmaischen die Temperatur bis auf 75° herabgebracht, wornach man unter fortwährendem Maischen den zuerst abgeläuterten und auf höchstens 65° erhitzten „Satz" in den Maischbottich fließen läßt, wo sich die Verzuckerung bei etwa 70° vollendet.

---

*) Dazu ist ja aber die Temperatur schon zu hoch.

**) Dabei findet keine Verzuckerung mehr Statt, es kann aber Gefahr bringen.

§. 46.

Ein von mir erfundenes Lautermaisch-Verfahren beruht auf folgenden Principien.

a) Beim Einteigen wird ein „kalter Satz" abgezogen, welcher die löslichen Eiweißstoffe enthält und später zur Vollendung der Glykose-Gährung (Zuckerbildung) wieder zugesetzt wird.

b) Es soll die vollständigste Umwandlung des Stärkemehls, namentlich auch der nicht gemalzten Stärkemehlkörner, erreicht werden. Zu dem Ende wird das Stärkemehl beim Maischen aus den Trebern ausgeschlämmt, — die Lautermaische wird möglichst trübe in den Kessel gebracht.

c) Im Kessel wird zuerst das gemalzte Stärkemehl bei niedriger Temperatur verzuckert, dann das ungemalzte durch Kochen verkleistert.

d) Schließlich wird der kalte Satz bei angemessener Temperatur zugesetzt.

Ein Beispiel, wobei 1000 Pfund Malz mit 4500 Pfund Maischwasser verarbeitet werden, wird's erläutern.

Im Braukessel bezeichnet man die Höhe des Wasserstandes von 3000 Pfund auf irgend eine Weise.

Das Malzschrot wird mit 2000 Pfund kaltem Wasser eingeteigt und mehrere Stunden lang unter öfterm Umrühren der Einwirkung (Auflösung der Eiweißstoffe und des Dextrin) überlassen. Dann wird die Flüssigkeit — der „kalte Satz" — klar in den Grand abgelassen und von da in ein anderes Gefäß zur Aufbewahrung gebracht; es sollen etwa 900 Pfund sein.

Im Kessel befinden sich 2600 Pfund Wasser, welche auf 75^0 erhitzt werden. Ist diese Temperatur erreicht, so wird davon soviel in den Bottich gebracht, bis die Temperatur der Maische auf 50^0 gestiegen ist; dabei muß natürlich herzhaft gemaischt werden. Hierauf folgt die wichtige Operation des Abziehens der Lautermaische.

Der Zweck dieser Operation ist, die abrinnende Flüssigkeit mit soviel Stärkemehl und andern Bestandtheilen des Mehlkörpers zu beladen als nur möglich. Deshalb wird während des Abfließens der Lautermaische fortwährend lebhaft gemaischt, damit die Lautermaische recht trübe erscheint.

Die Lautermaische wird in den vom Wasser ziemlich entleerten Kessel gebracht und allmälig bis auf 68—70^0 erhitzt, worauf das

Feuer geschlossen und die Lautermaische ½ Stunde der Ruhe überlassen wird. Dann wird durch erneutes Erhitzen die Lautermaische zum Sieden gebracht. Nun muß dafür gesorgt werden, daß der Inhalt der Kessels den Raum bis zum Zeichen (= 3000 Pfund) einnimmt.

Mittlerweile ist der „kalte Satz" in den Maischbottich befördert und es beginnt unter anhaltendem Aufmaischen das Zubringen der kochenden Lautermaische in den Bottich. Die Temperatur wird 68 bis 70° betragen und somit wird abgemaischt. Nach einer Stunde Ruhe wird zum Abläutern geschritten. Die Würze muß gleich ziemlich klar laufen; thut sie das nicht, so ist man beim Abziehen der Lautermaische nicht rührig genug gewesen.

Wird beim Brauen Rohfrucht mit verwendet, so findet folgende kleine Aenderung Statt. Angenommen, es würden 600 Pfund Malz und 400 Pfund fein gemahlene Gerste verarbeitet. Das Malz wird mit 1500 Pfund kaltem Wasser eingeteigt, — es werden 900 Pfund kalter Satz abgezogen (wie oben), angebrüht bis auf 50° und trübe Lautermaische abgelassen und in den Kessel gebracht. Hier wird das Gerstenschrot zugesetzt, auf 68—70° erhitzt, ruhen lassen, gekocht, der Maischestand im Kessel auf der Höhe von 3100 Pfund erhalten und die Dickmaische dem Bottich überliefert u. s. w.

Nach den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen scheint dieses Brauverfahren in der That vor allen übrigen die Vollendung der Zuckerbildung am besten zu bewirken. Daß die *Extraktion des Malzes auf diesem Wege am vollständigsten erfolgt*, bedarf wol kaum der Erwähnung.

Die Dampfbrauerei.

§. 47.

Der Dampf als *Träger der Wärme* kann beim Einmaischen auf verschiedene Weise angewendet werden, — entweder

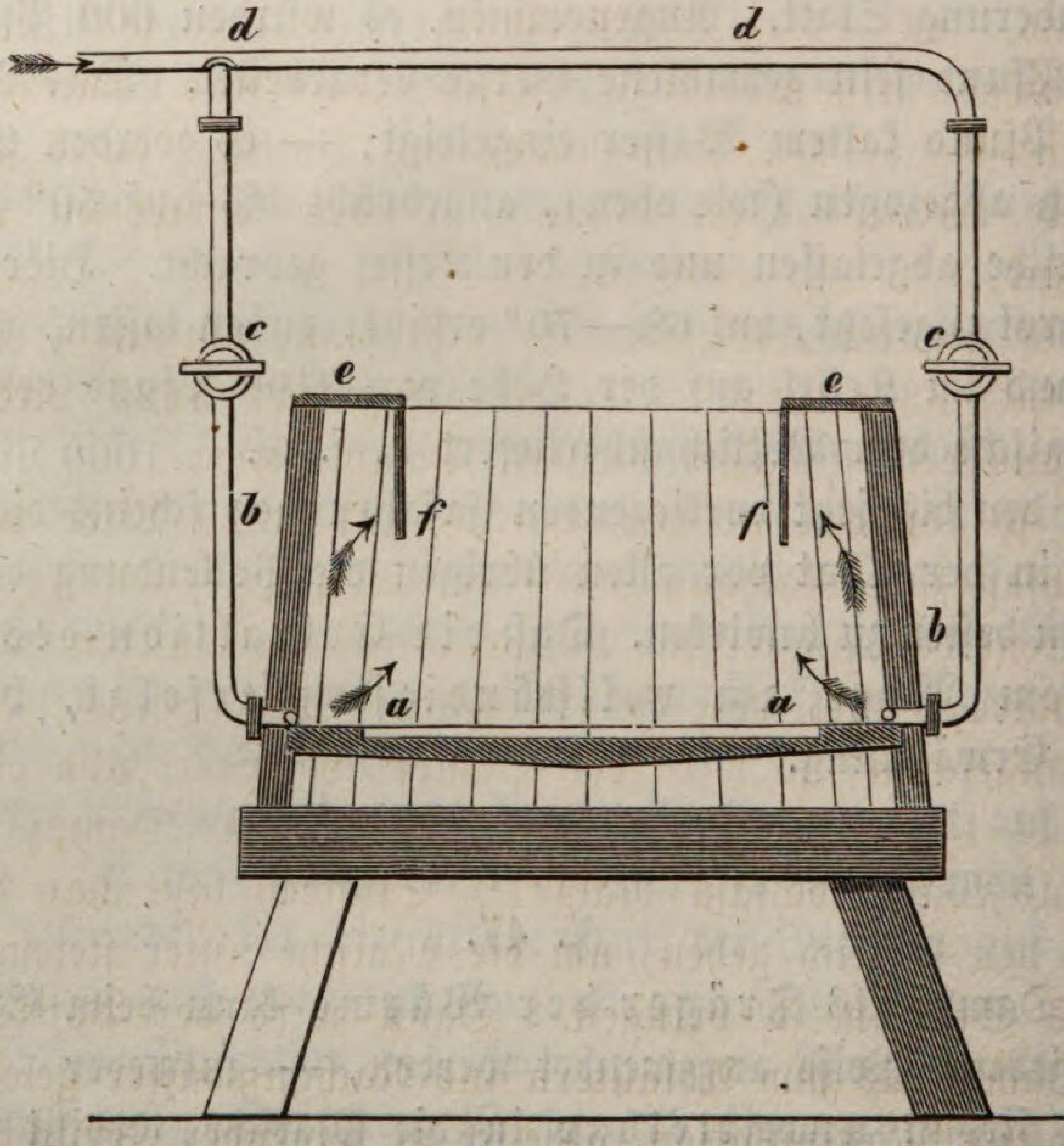
a) er strömt *unmittelbar* in die Maische, erhitzt sie, indem er sich verdichtet und das *Volum der Maische vermehrt*, — oder

b) er ist durch eine dünne Kupferfläche von der zu erhitzenden Maische getrennt, der Wärmestoff durchströmt die Wandung, dringt in die Maische und erhitzt sie, während sich der Dampf verdichtet, *ohne die Maische zu verdünnen*.

Zu a) ist zu bemerken, daß die *in* die Maische getriebenen Dämpfe *keinen Geruch* besitzen dürfen. Die Dämpfe eines Dampfkessels, der zugleich die Triebkraft liefert, kann man deshalb *nicht immer* auch direkt zum Einmaischen brauchen; — wird das Speisewasser im Vorwärmer durch *direkt* eintretende Maschinendämpfe gewärmt, so erhält es den Geruch der Maschinenschmiere, — und der muß dem Maischbottich ferne gehalten werden; wird aber der Vorwärmer durch ein Schlangenrohr beheizt, so bleibt das Speisewasser rein und die Dämpfe des Dampfkessels können ohne Nachtheil direkt in die Maische treten.

Der Druck, dem der ausströmende Dampf unterliegt, und die demselben entsprechende *Temperatur ist abhängig von der Höhe der*

Fig. 96.



Maischsäule, welche derselbe wegzudrücken hat, — bei der geringen Höhe der Maischbottiche aber kommt dieser Faktor kaum in Betracht.

Bei b) fällt diese Rücksicht auf die *Reinheit* der Dämpfe weg, — dagegen müssen dieselben mit einer gewissen *Spannung* vorhanden sein, damit sowol der Wärmestoff *rascher* durch die Wandungen in die Maische spaziert, als auch um das *Sieden* einzelner

Maischportionen zu ermöglichen. Letzteres findet nämlich nur dann Statt, wenn der Dampf eine Temperatur von mindestens 120° (etwa dem Druck von 2 Atmosphären entsprechend) besitzt.

§. 48.

Als Beispiel der direkten Anwendung des Dampfes möge hier die Einrichtung folgen, welche Dr. Gall (s. dessen tragbare Dampferzeuger, Trier 1844) dem Maischbottich in der von ihm eingerichteten Dampfbrauerei in Moor (Ungarn) gab.

Der Bottich, Fig. 96, ist ovalrund. a a ist eines der kupfernen Seihbleche, welche über 2 Centimeter tiefe und 26 Decimeter breite Austiefungen im Boden des Bottichs gedeckt sind; b b zwei mit Durchlaßhähnen c c versehene Dampfleitungsröhren*), welche mit der an der Decke des Lokals befestigten Hauptröhre d verbunden sind. e f, e f zwei Maischschirme, um die Arbeiter gegen die aufspritzende heiße Maische zu schützen; e e sind nämlich halbrunde Deckbretter, welche auf dem Rande des Bottichs aufliegen und an welchen die von Wand zu Wand reichenden senkrechten Bretter f f befestigt sind.

In der genannten Brauerei braucht man, um aus je 1000 Kilogramm Malz 3395 Liter Bier zu gewinnen, 5120 Liter Wasser. Da aber aus dem sich verdichtenden Dampfe etwa 1000 Liter Wasser entstehen, so kommen in den Bottich nur 3220 Liter und in ein Wasserkochfaß zum Nachguß 900 Liter Wasser. —

Während das Wasser im Bottich durch den einströmenden Dampf erwärmt wird, rührt man das Malzschrot ein. Ist die Temperatur auf 68° angelangt, so wird der Dampf abgesperrt und die Maische bleibt 1 bis 1½ Stunde auf der Ruhe, — der Dampf streicht inzwischen ins Wasserkochfaß. Nach 1½ Stunden läßt man den Dampf wieder in den Bottich gehen, um die Maische unter stetem Durcharbeiten ins Sieden zu bringen. Dann wird der Bottich zugedeckt und der Dampf bis zum Abläutern ins Nachgußwasser geleitet. —

Bei dieser Manipulation rathe ich zu folgender Vorsichtsmaßregel. Wenn die Maische nachträglich noch zum Sieden erhitzt wird, so kann durch Umwandlung des hartnäckigsten Stärkemehls wiederum Kleister in die Würze gelangen, die bei der Temperatur nicht mehr in Glykose umgewandelt wird. Deshalb

*) Für kleinere Maischbottiche ist eine Dampfröhre hinreichend.

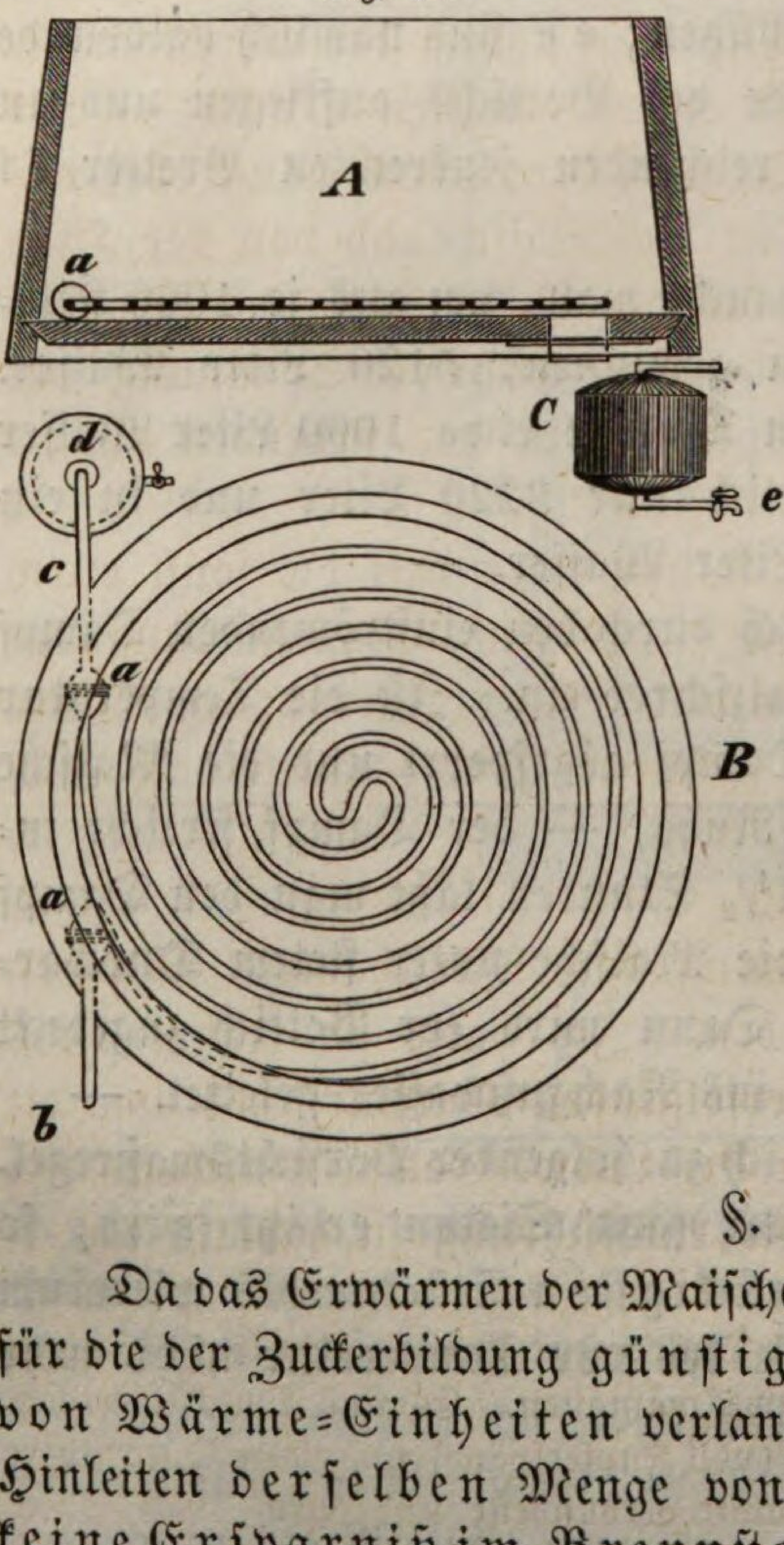
teige man kalt ein, ziehe nach einer Stunde etwas klaren „kalten Satz“, — dann wird gearbeitet wie oben. Zeigt sich nun am Schluß beim Sieden, daß die Würze die Jodprobe nicht besteht, so deckt man den Bottich nicht zu, sondern maischt bis auf 75° zurück und rührt dann den kalten Satz unter; auf der Ruhe wird der Kleister verzuckert.

§. 49.

Die indirekte Anwendung des Dampfes wird vermittelt durch ein am Boden liegendes Röhrensystem (die Dampfspirale) oder durch Doppelwände (innen Kupfer, außen Holz), zwischen die man den gespannten Dampf leitet.

Die Dampfspirale zeigt Fig. 97, A (Aufriß) und B (Grundriß). a a sind Kugelcharniere, vermittelst deren die Spirale gehoben werden kann, um sie zu säubern. Bei b tritt der Dampf ein und bei c findet er seinen Ausgang, wenn man den Abflußhahn e am Boden des Wasserbehälters d bei c öffnet, um das verdichtete Wasser abzulassen.

Fig. 97.



Weit weniger gut ist die Anwendung eines doppelten Bodens oder doppelter Wandungen, weil der doppelte Boden schwer dampfdicht zu machen ist, und weil zwischen den doppelten Seitenwänden die heißesten Dämpfe oben in der Nähe der heißesten Flüssigkeitsschicht hocken, während bei der Spirale die Dämpfe immer mit der kältesten Maische verkehren.

§. 50.

Da das Erwärmen der Maische bis zu der Temperatur, welche man für die der Zuckerbildung günstigste hält, eine bestimmte Menge von Wärme-Einheiten verlangt, so kann natürlicher Weise das Hinleiten derselben Menge von Wärme-Einheiten durch Dampf keine Ersparniß im Brennstoff-Aufwand bieten. Alles, was

man in dieser Hinsicht allenfalls in Anspruch nehmen kann, das ist der geringere Wärme-Verlust, welcher bei blos einer Feuerungs-Anlage durch das Mauerwerk herbeigeführt wird.

Was man aber nicht unterschätzen darf, das ist die allmälige Steigerung der Temperatur und die Möglichkeit, bei Eintritt der erwünschten Temperatur jeden fernern Wärmezutritt auszuschneiden*).

§. 51.

Eine wenn auch geringe Ersparniß an Brennstoff tritt aber ein, wenn man die beim Kochen der Würze entweichenden Dämpfe zum Einmaischen benutzt.

Wenn es auch nicht erforderlich ist, die Würze im Hopfenkessel unter Dampfentwickelung auf dem Siedepunkt zu erhalten (man braucht sie nur nahe dem Siedepunkt heiß zu haben), so kommt doch noch sehr in Betracht, daß bei der Wiederbenutzung der Würzedämpfe zum Einmaischen diese Würze unter einem gewissen Druck — also bei höherer Temperatur — siedet. Der Druck hängt bei unmittelbarem Einleiten der Dämpfe in die Maische ab von der Höhe des Maischstandes im Bottich, — bei der Anwendung der Dampfspirale kann man durch die nothwendige höhere Spannung der Dämpfe eine noch viel höhere Temperatur in der siedenden Würze hervorbringen.

Diese höhere Temperatur der Würze aber ruft die sonst durch lange fortgesetztes Sieden der Würze erfolgende Umwandlung der Eiweißstoffe in die gebräunte Form viel rascher hervor; die Würze wird in weit kürzerer Zeit gar gesotten. Und da steckt doch auch wieder etwas Brennstoff-Ersparniß.

§. 52.

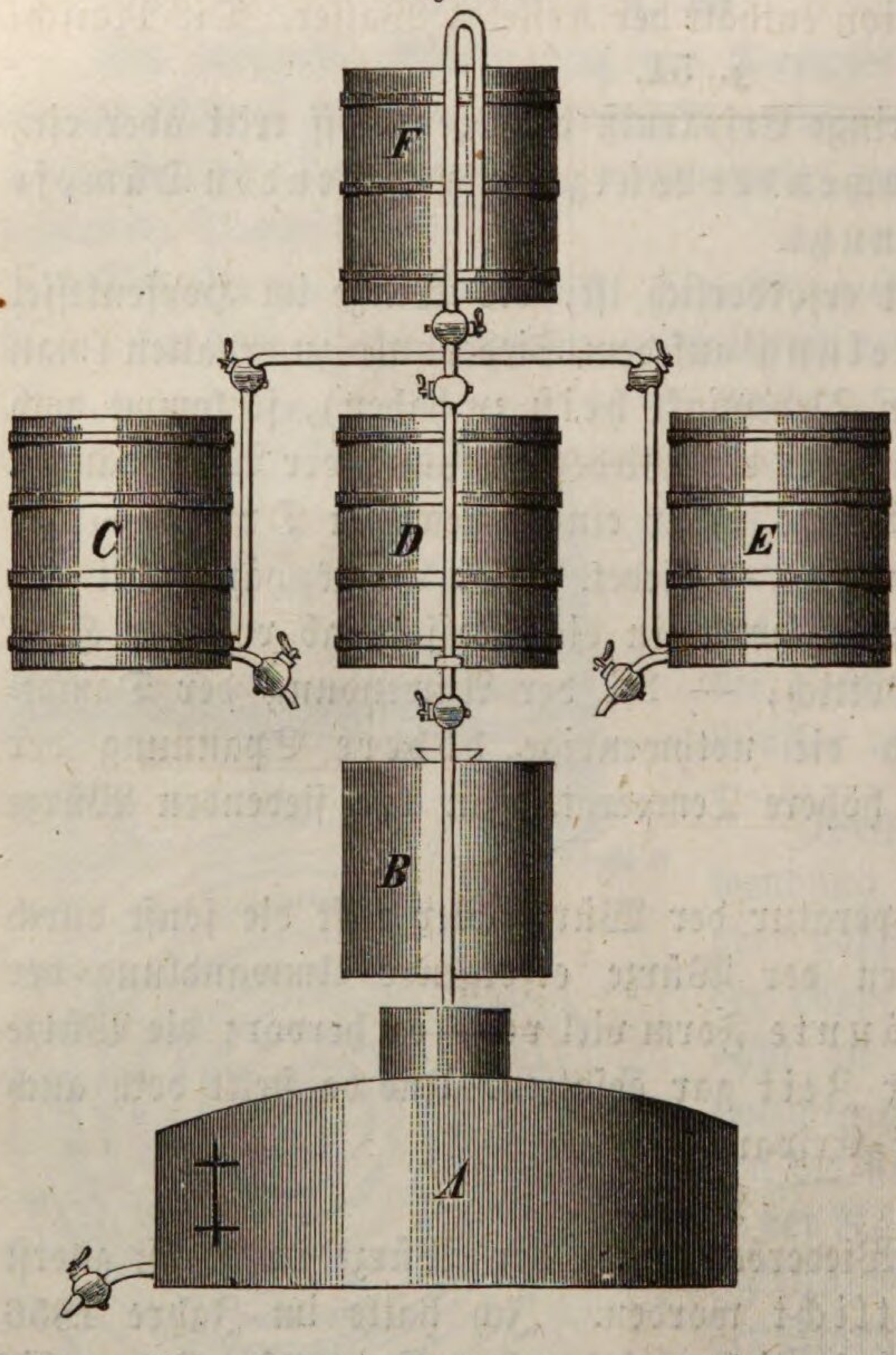
Der Gedanke der Wiederbenutzung der Würzedämpfe ist zuerst von Balling veröffentlicht worden. Ich hatte im Jahre 1856 Gelegenheit, einen gleiches Ziel verfolgenden Entwurf des um die Gährungschemie so hoch verdienten Dr. Ludw. Gall einzusehen, der aus dem Jahre 1823 datirte, — die Ausführung ist damals unter-

*) Zur unausgesetzten Beobachtung der Temperatur sind die von Emil Stöhrer in Dresden gefertigten Thermometer am zweckmäßigsten. Es sind Quecksilberthermometer, deren mit einer Kupferblechhülse (voll Kupferspäne) umgebene Quecksilberkugel in die Maische ragt, während die damit verbundene und durch dickes Spiegelglas hiebfest gemachte Säule draußen am Bottich angeschroben ist.

blieben und Gall hat auch die Publikation eines bloßen Projektes unterlassen.

Nachdem aber Balling denselben Gedanken wiederum befruchtet hatte, schritt sein Schüler Gassauer zur Erziehung des neugebornen Kindleins. Und so entstand der Gassauer'sche Apparat.

Fig. 98.



Die Figuren 98 (Vorderansicht) und 99 (Seitenansicht) geben ein Bild dieses Apparats, welcher in Liebegitz und in Oberleutensdorf in Böhmen ausgeführt ist.

A ist der Braukessel von Kupfer. Ein Wasserstandrohr, ein Ablaßhahn und ein Mannloch mit dichtem Verschluß bilden nebst dem Dampfrohr die wichtigsten Theile des Kessels. Die Wurzel des Dampfrohres erweitert sich in einen Hut, der auch die Sicherheitsventile trägt. Ueber dem Kessel steht das Hopfenextraktionsgefäß B. Durch einen Ablaßhahn am Boden entläßt das Gefäß seinen Inhalt in den Braukessel. Unter dem Abflußrohr ist im Innern noch ein Hopfenseiher angebracht, welcher den Uebertritt von Hopfenblättern in den Kessel A verhindert. Durch einen nahe der Decke befindlichen Trichter, über welchem die durch Hähne verschließbaren Abflußröhren der Maischbottiche münden, wird dem Extraktionsgefäß die erzeugte Würze zugeführt.

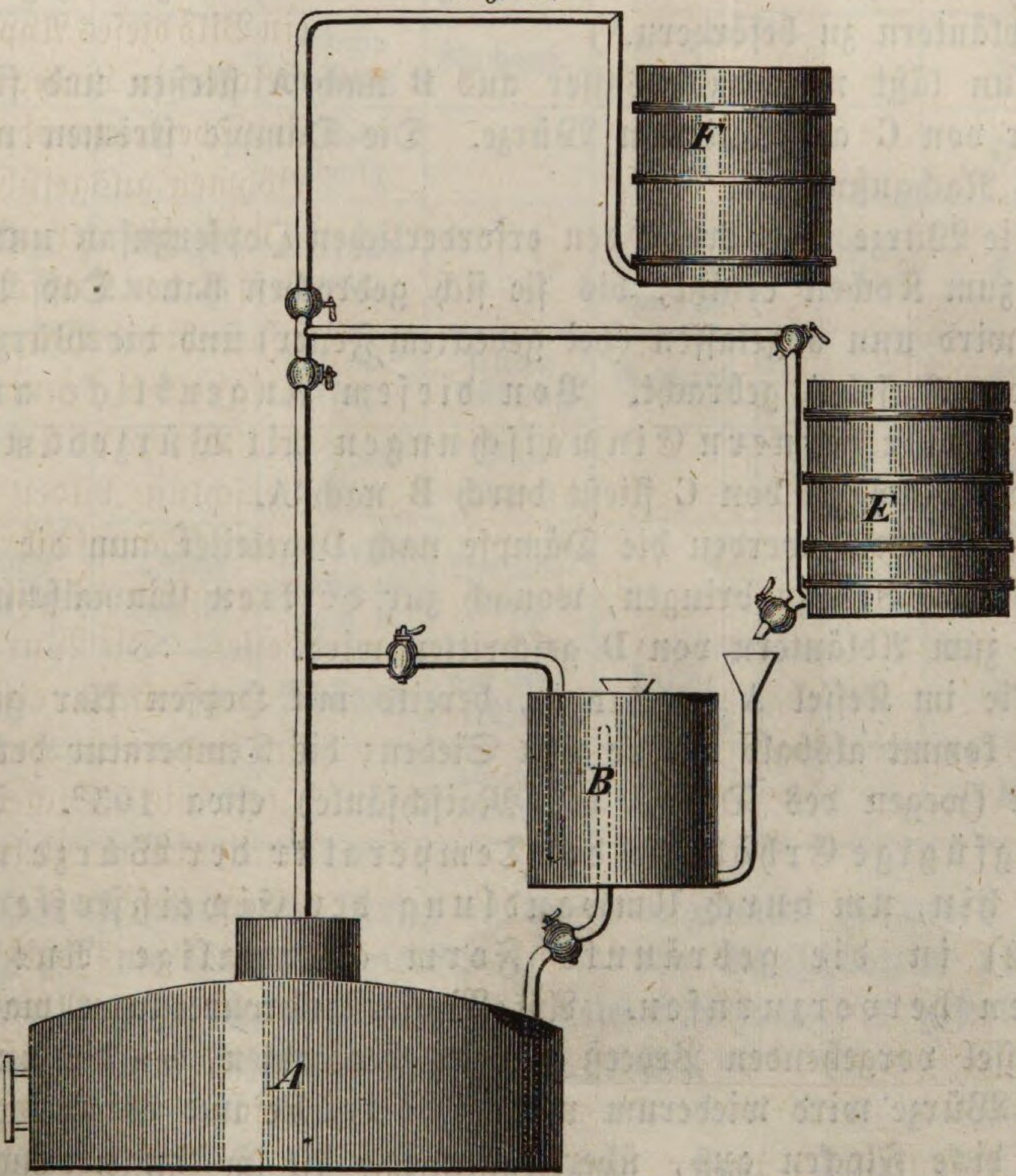
Ueber dem Hopfengefäße stehen auf einer Terrasse die drei Maischbottiche C, D und E, welchen die aus dem Kessel entwickelten Dämpfe

durch die am Boden einmündenden Verzweigungen des Dampfrohres zugeführt werden; die Bottiche haben Seiheplatten im Boden. — Endlich noch steht zuoberst der Bottich F, in welchem das Wasser für den Nachguß erhitzt wird.

§. 53.

Mit diesem Apparate wird nun auf folgende Weise gearbeitet. Beim Beginn der Operation enthält der Kessel A Wasser. Die Maisch-

Fig. 99.



bottiche erhalten das erforderliche Malzschrot nebst kaltem Wasser, — man vertheilt die Wassermenge so, daß $^2/_3$ derselben zum Einmaischen und $^1/_3$ zum Nachguß verwendet werden. Sobald das Wasser im Kessel A siedet, werden die Dämpfe dem Bottich C zugeführt, wobei zwei Mann das Aufmaischen mit leichter Mühe besorgen, — der Unterteig wird dabei einigemal abgezapft und wieder aufgegossen. Nach kurzer Zeit (bei dem Oberleutensdorfer Apparat in 38 Minuten)

hat die Maische eine Temperatur von 75° erreicht, der Dampf wird dann nach dem Bottich D in die zweite Einmaischung geleitet und C bleibt verdeckt auf der Ruhe stehn. Nachdem auch die Maische im Bottich D bis auf 75° erhitzt ist, dirigirt man den Dampf in das in B befindliche Speisewasser.

Nach Ablauf von 45 Minuten ist die Verzuckerung in C vollendet; man läßt den Dampf wieder nach C gehen, um durch Erhitzen bis auf mindestens 87° das Eiweiß zum Gerinnen zu bringen und das Abläutern zu befördern.*)

Nun läßt man das Wasser aus B nach A fließen und füllt B mit der von C abgeläuterten Würze. Die Dämpfe strömen nach F in das Nachgußwasser.

Die Würze in B erhält den erforderlichen Hopfenzusatz und wird damit zum Kochen erhitzt, bis sie sich gebrochen hat. Das Wasser aus A wird nun abgelassen (bei gedecktem Feuer) und die Würze aus B in den Kessel A gebracht. Von diesem Augenblicke an geschehen alle fernern Einmaischungen mit Würzedämpfen. Auch der Nachguß von C fließt durch B nach A.

Mittlerweile werden die Dämpfe nach D geleitet, um die zweite Maische auf 87° zu bringen, wonach zur dritten Einmaischung in E und zum Abläutern von D geschritten wird.

Die im Kessel A angelangte, bereits mit Hopfen klar gekochte Würze kommt alsbald wieder zum Sieden; die Temperatur derselben beträgt (wegen des Drucks der Maischsäule) etwa 105°. Diese geringfügige Erhöhung der Temperatur der Würze um 5° reicht hin, um durch Umwandlung der Eiweißstoffe (s. I. §. 152) in die gebräunte Form abermalige Ausscheidungen hervorzurufen. Am Wasserstandrohre kann man den im Kessel vorgehenden Proceß deutlich beobachten, — die vorher klare Würze wird wiederum milchicht trübe und es scheiden sich später dicke Flocken aus, über denen sich die Würze abermals in größter Klarheit (aber mehr gebräunt) präsentirt. Ist dieser Punkt eingetreten, so wird der Kessel A auf's Kühlschiff entleert und erhält eine frische Speisung aus dem inzwischen mit der zweiten Würze von D gefüllten Hopfengefäß B.

Die Reihenfolge dieser Operationen, welche sich natürlich die

*) Ist nicht nöthig, weil das gelöste Eiweiß das Abläutern nicht erschwert.

Hand reichen müssen, regulirt sich alsbald ungefähr nach folgender tabellarischen Uebersicht, in welcher die gleichzeitigen nebeneinander gestellt sind.

A	B	C	D	E	F	Der Dampf geht nach.
Würze aus C	Würze von D		Würze fließt nach B ab	Verzuckerung	Nachguß für D	F
		frische Füllung	Nachguß	auf 88° erhitzt		E
		Maischung		absetzen lassen		C
Würze von D	Würze von E	Verzuckerung		Würze fließt ab nach B	Nachguß für E	F
		auf 88° erhitzt	frische Füllung	Nachguß		C
		absetzen lassen	Maischung			D
Würze von E	Würze von C	Würze fließt ab nach B	Verzuckerung		Nachguß für C	F
		Nachguß	auf 88° erhitzt	frische Füllung		D
			absetzen lassen	Maischung		E

Man ist aber nicht streng an dieses Reglement gebunden. Läßt man z. B. die Dämpfe gleichzeitig in den Maischbottich und das Wasserkochfaß gehen, was ebenfalls geschehen kann, so gestaltet sich der Verlauf nach folgender Tabelle (s. f. S.).

§. 54.

Daß mit der Einführung des Gassauer'schen Systems die Dimensionen der Braugefäße auf das kleinste Maaß einschrumpfen, und daß durch den mehrere Tage und Nächte hindurch fortgeführten kontinuirlichen Betrieb dennoch ganz enorme Quantitäten Bier erzeugt werden können, liegt auf der Hand. Und so durfte man mit Sicherheit annehmen, daß sich der besagte Apparat bald in alle Brauereien einbürgern werde, um so mehr, da man für

den Altkupfer-Werth einer Kesselbrauerei die Einrichtung einer Dampfbrauerei von gleicher Leistungsfähigkeit bestreiten kann.

A	B	C	D	E	F	Dampf geht nach:
Würze aus C	Nachguß aus C	Nachguß fließt ab nach B	Maischung			B & D
			Verzuckerung	auf 88° erhitzt		B & E
				absetzen lassen		B
Würze und Nachguß aus C	Würze aus C			Würze fließt ab nach B	Nachguß für E	B & F
		frische Füllung				B
Würze aus E	Nachguß aus E	Maischung		Nachguß fließt ab nach B		B & C
		Verzuckerung	auf 88° erhitzt			B & D
			absetzen lassen			B
Würze und Nachguß aus E	Würze aus D		Würze fließt ab nach B		Nachguß für D	B & F
				frische Füllung		B
Würze aus D	Nachguß aus D		Nachguß fließt ab nach B	Maischung		B & E
		auf 88° erhitzt		Verzuckerung		B & C
		absetzen lassen				B
Würze und Nachguß aus D	Würze aus C	Würze fließt ab nach B			Nachguß für C	B & F
			frische Füllung			B

Diese Voraussetzung aber ist scheitern gegangen, — und zwar aus zwei Gründen. Erstens hatte der Unverstand eines mit diesem Apparat arbeitenden Braumeisters den Kessel zum Zerplatzen gebracht (durch Schließung sämmtlicher Dampfhähne bei übermäßiger Belastung des Sicherheitsventils), — darob sind die Brauereibesitzer gar sehr in Furcht gerathen. Dann auch macht das Knallen der verdichteten Dampfblasen einen so ermüdenden Eindruck auf den Braumeister, daß derselbe für einen kontinuirlichen Betrieb unfähig wird.

Daß beide Gründe nicht stichhaltig sind, ist leicht einzusehen. Die Einschüchterung wird am schnellsten einer ruhigen Ueberlegung Platz machen, wenn man sich die Mühe nimmt, mit einem solchen Apparate einen Tag hindurch selbst zu arbeiten. Und um die nöthige Ruhe zur Aufrechterhaltung der Arbeitsfähigkeit des Personals zu beschaffen, wird man die Würzedämpfe durch eine Dampfspirale leiten und so eine geräuschlose Anwendung des Dampfes herbeiführen müssen.

§. 55.

Um den kontinuirlichen Betrieb in seiner Vollendung und mit dem geringsten Aufwand an Arbeitskraft durchzuführen, habe ich die staffelförmig aufgestellten Apparate so geordnet, daß zuoberst das Wasserkochfaß steht, darunter (oder daneben) der mit einer kleinen Maischmaschine bewaffnete und kontinuirlich arbeitende Maischbottich mit zwei Schieberhähnen (s. §. 29), durch welche man die Maische abwechselnd in die darunter stehenden Seihbottiche schafft. Von da fließt die abgeläuterte Würze in ein Gefäß, in welchem sich der Hopfen befindet, welcher behufs vollständigster Extraktion vorher gedämpft war und nun mit den ersten Würzeportionen gekocht wurde, wonach die übrige Würze nachläuft und den Hopfen durch Verdrängung extrahirt.

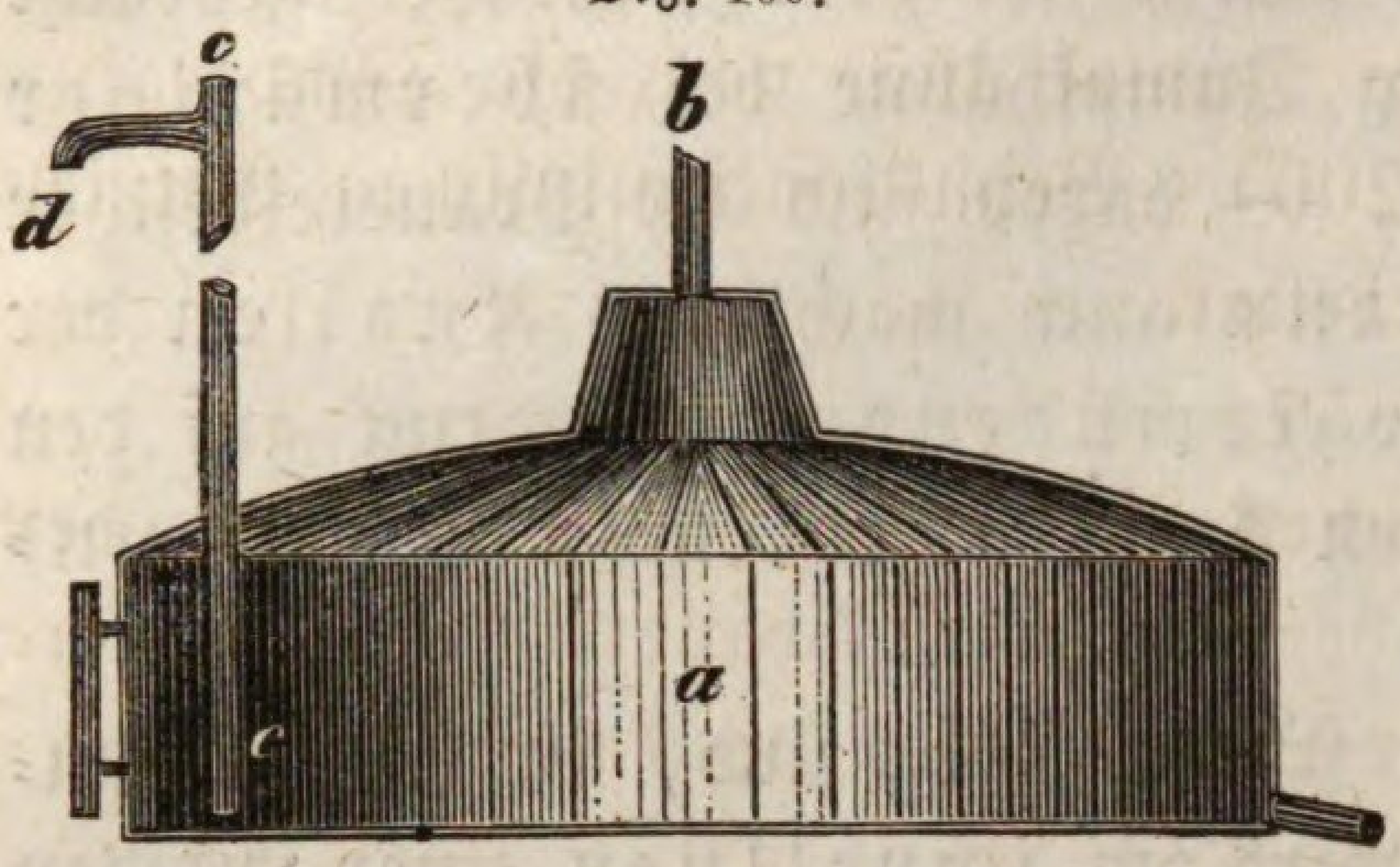
Von da gelangt die Würze in einen Sammelbottich mit Wärmeschlange, welcher, sobald er angefüllt ist, — seinen Inhalt in den inzwischen entleerten Kessel ergießt.

Bei Schließung sämmtlicher Dampfhähne entsendet der Braukessel die gar gekochte Würze durch ein Steigrohr (Saftheber oder montejus der Zuckerfabriken) auf die Kühlvorrichtung.

Die Arbeit dieses Steigrohrs wird dem Leser durch die Fig. 100 klar werden. a ist der Kessel mit Hut, aus dem das Rohr b die

Würzedämpfe zu den Einmaischzwecken fortleitet. Wird den Dämpfen der Austritt verwehrt, so drücken sie die im Kessel befindliche Würze durch das Steigrohr c empor, bis die Dämpfe der am Boden (zu dessen Schutz) verbleibenden dünnen Würzeschicht bei d frei ausströmen können.

Fig. 100.



Auf diese Weise bildet das Steigrohr auch eine Sicherheitsvorrichtung der allerbesten Art, — sie versagt den Dienst nie, während die gewöhnlichen Ventile oft durch die mechanisch mit fortgerissene Würze verklebt werden und dann keinen Schutz mehr gewähren*).

§. 56.

Der kontinuirliche Betrieb hat noch einen andern Vortheil im Gefolge, der den Brauereien gewöhnlichen Schlages vollständig versagt ist, — es ist die Wiederbenutzung der dünnen Nachgußwürzen zu neuen Einmaischungen.

Es ist den Brauern längst ein Dorn im Auge gewesen, daß man die concentrirt ablaufende Hauptwürze durch die dünne Nachgußwürze erst wieder verdünnt, um sie demnächst im Braukessel wiederum zu concentriren. Diese letztere Operation kostet wieder viel neuen Brennstoff-Aufwand und man hat den Nachtheil durch das sogenannte „Gußnehmen" zu beseitigen gestrebt. Man machte zwei Nachgüsse, — der erste wurde der Würze im Kessel beigefügt, der zweite blieb vorläufig auf den Trebern stehen, um später zu einer neuen Einmaischung verwendet zu werden. War die klare Würze auf's Kühlschiff geschafft, so wurde der zweite Nachguß abgeläutert, in den Kessel gebracht u. s. w. — Man sieht, daß ein solches Verfahren beim kontinuirlichen Betrieb — möge er nun mit gewöhnlichen Wasserdämpfen oder mit Würzedämpfen in Scene gesetzt werden — ganz an seinem Platze steht.

Das Gußnehmen beim Kesselbrauen hat seine Gefahren. Die Glykose in der Würze, welche längere Zeit mit den Trebern in Be-

*) Die Konstruktions-Zeichnungen meines Dampfbrau-Apparats nach diesem System wurden 1859 bei Th. Fischer in Kassel gedruckt, von dem sie zu beziehen sind.

rührung steht, wird sehr leicht zu Milchsäure. Läßt man also einen Nachguß so lange auf den Trebern stehen, bis das Sieden der gehopften Würze beendigt ist, so schafft man dadurch die günstigste Gelegenheit zur Milchsäurebildung, zumal auch noch die Temperatur angemessen erniedrigt ist (s. I. §. 200). Beim kontinuirlichen Betrieb dagegen ist diesen Gefahren vorgebeugt.

§. 57.

In Bezug auf die erforderlichen Arbeitskräfte gestattet der kontinuirliche Betrieb gegenüber der Kesselbrauerei ganz außerordentliche Vortheile, — es ist der Segen einer zweckmäßigen Organisation der Arbeit.

Die gewöhnliche Art des Betriebs — und namentlich das Dickmaischbrauen — erheischt zum Maischen, Schöpfen u. s. w. soviel Arbeitskräfte, die nach kurzer Arbeit immer wieder eine Zeit lang müßig gehn und sich während dessen dem Bierkonsum widmen. Diese negative Arbeit nun ist beim kontinuirlichen Betrieb nicht möglich. Das Personal bleibt unausgesetzt in Thätigkeit, welche ihm wenig Strapaze verursacht, — der Müßiggang mit seinem Gefolge kann sich nicht einpilzen.

Die Rohfruchtbrauerei.

§. 58.

Die Mitanwendung von Rohfrucht gewinnt immermehr an Verbreitung. Die Producenten genießen dadurch billigere Gestehungskosten und die Konsumenten sind mit dem Geschmack des Bieres vollkommen zufrieden.

Bei der Rohfruchtbrauerei sind zwei Hauptpunkte ins Auge zu fassen.

1) Die Rohfrucht muß zwischen Mühlsteinen zum feinsten Mehl*) zerrieben werden, welches dann

2) vor dem Einmaischen, mit Wasser angerührt, gekocht wird.

Ohne diese Vorsichtsmaßregeln entgeht das Stärkemehl, welches der Umwandelung in Glykose zum Theil sehr hartnäckig widersteht, der vollständigen Ausnutzung. Außerdem würden auch die unlöslichen und nicht aufgelockerten Eiweißstoffe das vollständige Eindringen des Maischwassers bei der Maischtemperatur erschweren.

*) Das Mehl muß alsbald verarbeitet werden, weil es in den Säcken sich leicht erhitzt und in unerwünschte Zersetzungen hineingezogen wird.

Für die Rohfruchtbrauerei nun eignet sich mein Maischverfahren (s. §. 46) ganz besonders.

Ueber die Frage: „ob die Frucht vorher eingeweicht werden soll oder nicht?" sind die Brauer verschiedener Meinung. Um sich darüber klar zu werden, muß man zunächst die Art der Rohfrucht und ihre Dickhülsigkeit ins Auge fassen. Beginnen wir mit

der Gerste. Ihre Hülse ist verschieden dick, je nach der Sorte. Da nun die Hülse einen Extraktivstoff von strohigem Geschmack enthält und solchen dem Biere mittheilen könnte, so ist auf die Entfernung dieser Substanz hinzuwirken, wenn man ein Bier ersten Ranges liefern will. Steigert man indessen die Menge des Zusatzes an Rohfrucht nicht zu sehr, so ist für Schenkbiere eine derartige Arbeit überflüssig. Ich habe Biere mit einem Zusatz von 50 Procent roher, ungeweichter Gerste gebraut, — und die Konsumenten (gute Bierzungen) hatten nichts gegen den Geschmack einzuwenden. Will man aber ein Uebriges thun, oder den Zusatz bis auf 70 Procent steigern, so weiche man die Gerste 12 bis 15 Stunden in Wasser (welches einigemal gewechselt wird), mache sie lufttrocken und darre sie ab, — der Geruch derselben wird dadurch ebenfalls verbessert, er ähnelt dem Malz.

Die Gerste enthält auch noch einen scharfen Stoff (s. I. §. 177). Manche glauben, auch diesen entfernen zu müssen, und dazu müßte — weil derselbe im Mehlkörper steckt — eine längere Einweichzeit genommen werden. Allein dieser scharfe Stoff ist in der Verdünnung, wie ihn das Bier liefert, so ohnmächtig geworden, daß er die Zunge keines Biertrinkers mehr unangenehm berühren kann.

Die Weizenarten (wozu auch der Spelz gehört) sind sämmtlich so dünnhülsig, daß man das Einweichen unterläßt.

Hafer besitzt allerdings viel Hülsensubstanz, allein man setzt ihn in zu geringer Menge zu, als daß der Extraktivstoff seiner Hülse ins Gewicht fiele.

Und endlich noch gebietet bei der Rohfruchtbrauerei die Klugheit, den Konsumenten niemals hinter die Coulissen schauen zu lassen, weil sich ansonst das Vorurtheil in Form eines schlechten Geschmacks auf seiner Zunge einschleicht.

Auf der Ruhe.

§. 59.

Die Arbeit ist vollendet, — man glaubt das Stärkemehl sammt und sonders in Bewegung gebracht zu haben, auf daß es sich seiner Panzerschuppen entledige und werde zu Glykose. Ob dieses Ziel erreicht ist, das können wir erst erfahren, nachdem die Maische „auf der Ruhe" gestanden hat und die Körper Zeit gewannen zur Neugestaltung der Dinge.

Auf der Ruhe prüfen wir die Würze auf einen etwaigen Rückhalt an Stärkekleister (Granulose, I. §. 118). Wir benutzen dazu das Jodwasser (s. S. 96).

Bei dieser Probe ist folgende Vorsichtsmaßregel zu beobachten. Es muß ein Tropfen der Würze in das Jodwasser gebracht werden. Wollte man umgekehrt einen Tropfen des Jodwassers in die heiße Würze bringen, so erscheint keine Färbung, wenn auch die Würze noch Granulose enthält.

Zeigt uns nun auch die Jodprobe die Abwesenheit der Granulose dadurch an, daß ein Tropfen der Würze die weingelbe Färbung des Jodwassers ganz unverändert läßt, so wissen wir daraus nur, daß aus dem Stärkemehl inzwischen Dextrin oder Glykose oder alle die zwischen beiden liegenden Körper (s. I. §. 128) geworden sind. Ob aber die größte Menge von Glykose bereits entstanden ist oder ob dieselbe durch längeres Stehen auf der Ruhe noch vermehrt werden kann, das erfahren wir durch die Jodprobe **nicht**. Unser chemischer Apparat bietet uns hier eine sehr fühlbare Lücke; — freilich kann der Chemiker diese Verhältnisse wol feststellen, allein die Technik verlangt eine dem Praktiker leicht zugängliche Methode mit augenfälligem Resultat.

§. 60.

Zeigt nun die Maische auf der Ruhe fortwährend (nach 1 bis $1^1/_2$ Stunden) noch immer einen Rückhalt von Glykose, so liefert das den Beweis, daß vor beendigter Stärkemehl-Umbildung die Temperatur zu hoch gestiegen und die Glykose-Gährung (s. I. S. 169) deshalb unmöglich war.

Da ist also ein Fehler beim Maischen vorgefallen. — Ist er wieder gut zu machen? und wie? —

Man muß die zur Vollendung der Glykosebildung noch noth-

wendigen Eiweißstoffe durch frisches Malz hinzubringen. Dabei muß man aber zuvor feststellen, ob nicht die Temperatur der Maische etwa noch über 75° hinausgeht. Ist die Temperatur bis auf 75° herabgegangen, so rührt man etwa 1/6 (der verbrauchten Malzmenge) frisches Malzschrot ein und läßt es wohlverdeckt auf der Ruhe stehen, bis das Jodwasser keine Granulose mehr zeigt.

Zweiter Abschnitt.

Abläutern und Anschwänzen.

§. 61.

Beim Abläutern, d. h. dem Abziehen der Würze von den Trebern, ist die zuerst abgezapfte Portion derselben trübe durch die Substanzen, welche sich (während des Maischens) unter den Seihplatten abgelagert hatten. Um den Raum unterhalb der Seihplatten von diesem „Unterteig" gut zu säubern, dreht man den Ablaßhahn rasch auf, damit sich ein starker Strom von Würze in den Grand ergießt, und schließt den Hahn, sobald die Würze klar abfließt. Die trübe Würze wird in den Bottich zurückgegossen, — die dabei gewöhnlich geübte Behutsamkeit (um die Trebern nicht wieder aufzurühren) ist unnütz, würde nur bei andern Operationen stets mit gleicher Sorgfalt verfahren!

Der Unterteig besteht — bei den gewöhnlichen Brauverfahren — der Hauptsache nach aus unverändertem Stärkemehl. Je weniger grob die Angriffe auf die Existenz des Stärkemehls waren, um so mehr Unterteig ist vorhanden, — und umgekehrt. Deshalb finden wir beim Infusions-Verfahren mehr Unterteig als beim Dickmaischbrauen, — und bei meiner Lautermaisch-Braumethode (s. S. 248) ist fast gar kein Unterteig da. Der vorhandene Unterteig ist ein offenbarer Verlust bei der Ausbeutung des Braumaterials, — fehlt der Unterteig, so ist statt dessen mehr Glykose in der Würze.

§. 62.

Beobachtet man die Oberfläche einer Trebermasse nach dem Abfließen der Würze, so sieht man auf derselben eine graugelbe Schicht

einer Substanz, die man der Hauptsache nach für geronnenes Pflanzeneiweiß hielt. Genauere Untersuchungen haben gezeigt, daß sich in diesem „Oberteig“ auch eine reichliche Menge Stärkemehl befindet. Der Oberteig besteht aus 6—7 Procent unlöslichen Eiweißstoffen, 4—8 Procent Stärkemehl und 82—87 Procent Bierwürze; — er enthält beim Dickmaischbrauen weniger Stärkemehl als beim Infusionsverfahren.

Man kann die im Oberteig enthaltenen Würze- und Stärkemehl-Portionen leicht zu Gute machen, wenn man den Oberteig abnimmt und ihn beim nächsten Dickmaisch- oder Lautermaischkochen zusetzt.

§. 63.

Beim Anschwänzen — d. h. dem Auswaschen der Trebern durch das Nachgußwasser, um alle darin steckenden Würzeportionen zu gewinnen — spielt der Oberteig eine wichtige Rolle.

Man sollte nämlich denken, daß beim Aufgießen von Wasser auf die trocknen Trebern die Würze aus ihren Schlupfwinkeln verdrängt und zum Ablaßhahn hinaus getrieben würde. Dem ist aber nicht so, — der darauf lagernde Oberteig zerreißt und bekommt Sprünge, durch welche das Nachgußwasser hereinbricht und sich Kanäle bildet. Links und rechts bleiben die Würzeportionen unangefochten vom Nachgußwasser sitzen und das Ziel ist also verfehlt.

Gut, — dann nehmen wir den Oberteig ab, nutzen ihn gehörig aus und versuchen nun das Nachgußwasser durch Verdrängung wirken zu lassen.

Aber vergebens; — wiederum findet keine Erschöpfung der Trebern an Würze Statt, wiederum haben sich die fatalen Kanäle gebildet und den Zweck vereitelt. Diesmal ist's das in der heißen Würze gelöste Glutin, welches beim Erkalten (durch die in die Trebern dringende Luft) sich ausscheidet, — und diese klebrige Substanz ist es dann, welche die Treber zusammenleimt und nur den Durchbruch einzelner Kanäle gestattet.

Nach diesen mißlungenen Versuchen hat man sich nun folgende Praxis zur Erschöpfung der Trebern angeeignet. Der Ablaßhahn wird gesperrt und allmälig heißes Wasser zu den Trebern gebracht, welche bis auf den Boden aufgerührt und durchgemaischt werden. Sobald sich die Trebern (nach etwa einer ¼ Stunde) am Boden abgelagert haben, wird der Ablaßhahn wieder geöffnet und die erste Nachguß-

würze abgezapft. Die rückständigen Trebern werden derselben Operation noch einmal oder zweimal unterworfen.

Daß dieses Anschwänzen nur mit heißem (oder besser kochendem) Wasser geschehen muß, das versteht sich nach den vorhin erwähnten störenden Eigenschaften des Glutins wol von selbst, — das ausgeschiedene Glutin muß wieder aufgelöst werden, damit das Nachgußwasser gehörig in die Trebern dringen kann. Das Anschwänzen der Trebern mit kaltem Wasser ist verwerflich, weil es nur wenig Würze aus den Trebern fortschafft.

§. 64.

Am vollständigsten aber geschieht das Auswaschen der Trebern durch das Anschwänzen auf den Würzespiegel. Man muß nämlich das heiße Nachgußwasser über der schweren Würze schichten, ohne ein Aufrühren derselben zu veranlassen und ehedenn die Trebern trocken liegen. Die Apparate, welche es ermöglichen, das Nachgußwasser mit der größten Ruhe auf die Würze fließen zu lassen, sind oben (S. 232) beschrieben. Auf diesem Wege ist ein vollständiges Verdrängen der Würze aus den Trebern möglich und die Arbeit ist geringer als beim Anschwänzen der trocknen Trebern unter Aufmaischen.

§. 65.

Es ist in der Ordnung, daß wir uns den Verlust an Malzextrakt in Folge mangelhaften Anschwänzens recht klar vor die Augen führen. Das soll durch die nachfolgende Rechnung geschehen, wobei angenommen ist, daß zur Extraktion von 100 Pfund Malz 750 Pfund Wasser dienen (400 Pfund zum Maischen und 350 Pfund zum Nachguß). Die Trebern von 100 Pfund Malz halten etwa 120 Pfund von der ersten Würze und nur 100 Pfund von der zweiten Würze zurück.

Wenn 100 Pfund Malz 60 Pfund Extrakt liefern, so besteht die erste Würze aus 60 Pfund Extrakt und 400 Pfund Wasser (sie muß also 13 Procent am Saccharometer zeigen).

Die in den Trebern bleibenden 120 Pfund Würze enthalten also 15.7 Pfund Extrakt und liefern mit der Hälfte des Nachgußwassers (175 Pfund) 295 Pfund Würze mit 15.7 Pfund Extrakt (= 5.3 % oder Saccharometergrade).

Davon bleiben in den Trebern zurück 100 Pfund mit 5.3 Pfund Extrakt. Nach dem Zusatz der zweiten Hälfte (175 Pfund) des Nach-

gußwassers erhalten wir 275 Pfund mit 5.3 Pfund Extrakt (= 1.9 Saccharometergrade). Beim Abfließen verbleiben davon wiederum 100 Pfund in den Trebern, welche 1.9 Pfund Extrakt enthalten. Diese 1.9 Pfund Extrakt betragen aber mehr als 3 Procent vom Extraktgehalt des Malzes, — sie gehen in die Treber, um als besteuertes Viehfutter verwendet zu werden.

Durch das Anschwänzen auf den Würzespiegel wird diesen Verlusten vorgebeugt.

§. 66.

Es ist hier am Platze, die mehrfach angeregte und an manchen Orten heimisch gewordene Trennung der Hauptwürze von den Nachgußwürzen zur Sprache zu bringen.

Bei den gewöhnlichen Brauverfahren wird die **concentrirte** Würze durch die schwache **verdünnt** und dann durch Kochen **wiederum concentrirt.** Ist das nicht thöricht? — Welchen Zweck hat man im Auge, wenn man die concentrirte Würze so lange Zeit, wie zur Concentration der Nachgußwürze nothwendig ist, ebenfalls im Sieden erhält?

Daß eine Umwandlung des Glutins in die gebräunten Eiweißstoffe durch's Kochen erfolgen soll, ist aus S. 68 klar. Allein diese Umwandlung ist in viel kürzerer Zeit zu beschaffen, wenn man die Würze unter Druck sieden läßt (s. S. 256); während des Abläuterns der Nachwürze kann man die Hauptwürze diesen Proceß durchmachen lassen.

Bearbeitet man die Hauptwürze auf diese Weise für sich, so wird man sich überzeugen, daß das erzielte Bier von weit feinerer Qualität ist. Das längere Zeit fortgesetzte Sieden einer Würze führt nämlich Veränderungen herbei, welche derselben und dem daraus hervorgehenden Biere einen eigenthümlichen Geruch ertheilen. Welche Substanz es ist, die diesen Geruch entfaltet, das hat die Chemie noch nicht ausfindig gemacht. Es ist diese Zersetzung aber allen Pflanzensäften gemeinsam; — die Extrakte der Apotheker haben sämmtlich einen der Lakritze ähnlichen Geruch, — und zwar um so hervorstechender, je länger sie der Einwirkung der Wärme ausgesetzt waren.

Dieser Lakritzengeruch ist es nun auch, der sich in den Würzen durch anhaltendes Sieden entwickelt. Und deshalb ist

für die Herstellung der **feinern** Biere eine abgesonderte Behandlung der Hauptwürze unerläßlich.

§. 67.

Aber die Nachwürzen, — was geschieht damit? —

Beim kontinuirlichen Betrieb ist es am einfachsten, dieselben bei den neuen Einmaischungen zu verwenden; — dabei wird man dann ein Bier von gleicher Qualität erzeugen.

Viel wichtiger aber ist die Verarbeitung der Nachgußwürzen zu einem leichten Biere für die sog. „arbeitende Klasse". Die kräftigern Biere aus Würzen von 11 bis 13 Procent Gehalt sind dem Arbeiter unerquickliche Getränke, weil sie träge zur Arbeit machen und zu theuer sind, um sie nach Bedürfniß („Durst" genannt) trinken zu können. Der Arbeiter bedarf eines **leichten** Bieres von angenehmem Geschmack und reichlichem Kohlensäuregehalt. Diesem Bedürfniß aber wird fast nirgends in Deutschland Rechnung getragen!

Die Stadt Bamberg braut ein berühmtes Bier und die dortigen Brauer suchen den Grund der Vorzüge ihres Bieres in dem Lautermaischkochen. Das ist aber ein Irrthum, — der wahre Grund ist die Trennung der Hauptwürze von der Nachgußwürze. Die erstere liefert das fein schmeckende Bamberger Bier, — und die Nachwürzen liefern das leichte Bier, „Hansla" genannt.

§. 68.

Die Frage nach den Malzextrakt-Ausbeuten ist eine nutzlose, wenn man sie ganz im Allgemeinen aufstellt. Denn die Extrakt-Ausbeuten sind bei **gleichem** Material bedingt durch das **Brau-** und **Anschwänz-Verfahren.**

Um in den Wirrwarr dieser Frage Ordnung zu bringen, muß man sie auf ein bestimmtes Material beziehen und die Zweckmäßigkeit des Brau- und Anschwänz-Verfahrens darnach bemessen. Zu dem Ende hat man zuerst

den absoluten Gehalt des Materials an Extrakt durch einen Versuch im Kleinen festzustellen, —

dann muß man

die Summe des in der Würze eines Probesuds enthaltenen Extraktes berechnen.

Es wird sich dabei eine Differenz ergeben, welche ihren Grund in mangelhaftem Anschwänzen haben kann, — deshalb

wird das Anschwänzen auf dem Würzespiegel verlangsamt und der Extrakt abermals berechnet.

Schließlich wird versucht,

ob man die erlangte Ausbeute durch die Befolgung meines Lautermaischverfahrens (s. §. 46) nicht noch weiter steigern kann.

Mit der Benutzung meines Lautermaisch-Verfahrens und mit dem Anschwänzen auf den Würzespiegel entzieht man den Trebern die größtmögliche Menge Extrakt.

Ueber Würze-Pumpen

§. 69.

muß hier ein Kapitel eingeschaltet werden.

Die Dampfbrauerei mit Würzedämpfen bedarf bekanntlich keiner Pumpen (s. S. 206), — da erfüllt das Steigrohr die Funktionen der Pumpe für die gekochte Würze und die Würzen vorher ergießen sich gleich einer Kaskade von Gefäß zu Gefäß. Ehedenn aber das Kochen der Würzen unter Druck und damit die bequemste Anwendung des Steigrohres in den Brauereien heimisch wird, verrinnt noch viel Zeit und die Würzepumpen behaupten nach wie vor den Platz.

Von einigen Seiten hat man den Maisch- und Würzepumpen durchaus grundlose Vorwürfe gemacht, weil sie — — nicht gut zu reinigen seien und sich deshalb als Herberge „zum faulen Eiweißstoff" etabliren könnten zum großen Schaden der solche Pumpen durchstreichenden Maischen und Würzen.

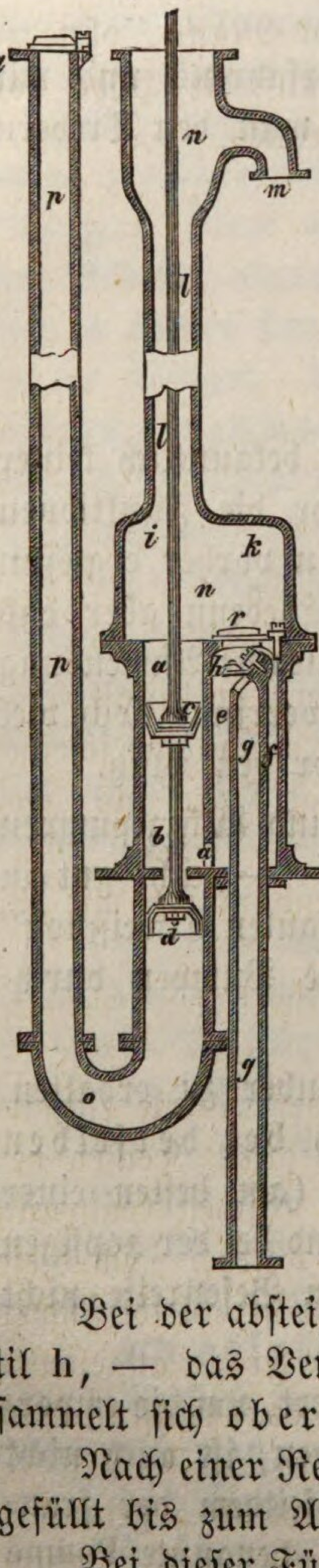
Eine Pumpe ist aber in der That leichter sauber zu erhalten, als ein Schöpfeimer oder eine Rinne, weil sich bei derselben keine Fläche der reinigenden Flüssigkeit (am besten einer verdünnten Sodalösung) entziehen kann, während bei der zopfigen Schöpfarbeit manche Holzspalte übersehen oder vom Besenreise nicht erreicht wird.

Der Kraftaufwand, welchen eine Pumpe erfordert, um die emporzutreibende Flüssigkeit bis auf einige Höhe zu bringen, ist auch nicht mehr so bedeutend als bei den frühern Pumpen, seitdem der französische Ingenieur Delpy in Douai die nach ihm benannte Pompe Delpy konstruirt und mit großem Erfolg in die Brauereien Frankreichs und Belgiens eingeführt hat.

Fig. 101 wird die Eigenthümlichkeiten dieser Pumpe erläutern. Sie besteht aus folgenden Theilen.

Der Cylinder a b ist im Innern auspolirt, — in ihm bewegen sich die beiden Kolben c und d an der Kolbenstange n.

Fig. 101.



Der Cylinder e f bleibt im Innern unpolirt (roher Guß), — in ihm befindet sich das Saugrohr g mit dem Saugventil h.

Diese beiden Cylinder bilden den eigentlichen Körper der Pumpe, an dessen obern Theil die Büchse i k befestigt ist.

Auf der Büchse i k ist das Steigrohr l mit seinem Ausguß m so befestigt, daß seine Axe mit der des Cylinders a b zusammenfällt.

Am untern Theil des Cylinders a b ist ein gebogenes Rohr o befestigt, welches ein dem Steigrohr ähnliches Rohr p mit dem Ventil q aufnimmt. Dieses Rohr p, welchem der Erfinder den Namen tuyau compensateur (Ausgleichungsrohr) gab, bildet die Eigenthümlichkeit der Pumpe.

Betrachten wir uns nun das Spiel dieser Pumpe.

Bevor man sie in Bewegung setzt, wird das Rohr p mit Wasser gefüllt. Man öffnet das Ventil q und gießt Wasser ein.

Giebt man nun den Kolben eine aufsteigende Bewegung, so hebt sich das Saugventil h und das Stoßventil r schließt sich. Das durch das Saugrohr eindringende Wasser sammelt sich in dem leeren Raume des Cylinders e f, sowie durch die Oeffnung u *unter* dem Kolben c.

Bei der absteigenden Bewegung der Kolben schließt sich das Ventil h, — das Ventil r öffnet sich, das Wasser dringt hindurch und sammelt sich *oberhalb* des Kolbens c.

Nach einer Reihe von Kolbenstößen ist das Steigrohr l mit Wasser gefüllt bis zum Abflußrohr m.

Bei dieser Füllung des Steigrohrs würde nun jeder fernere Kolbenhub auch das Gewicht der ganzen auf diesem Kolben lastenden Wassersäule mit empor zu ziehen haben, wenn nicht die Wassersäule

im Rohre p eine gleiche Höhe hätte und mit einem gleichen Gewicht zur Ausgleichung unter den Kolben d drückte.

Dadurch ist es denn möglich geworden, daß das Wasserheben bis auf 30 Meter Höhe nicht mehr Kraft erheischt als bis auf 10 Meter.

Eine Pumpe, vermittelst welcher ein einzelner Mann, ohne zu ermüden, in der Stunde 40 bis 50 Hektoliter auf die Höhe von 10 Meter emporhebt, kostet beim Erfinder 350 Francs.

Dritter Abschnitt.

Kochen.

§. 70.

Der Zweck des Würzekochens ist:

1) Die Umwandlung des Glutins in gebräunten Eiweißstoff; eine ungekochte Würze (wie beim Berliner Weißbier) ist trübe und scheidet beim Beginn der Gährung das Glutin als schleimige Decke aus, wonach ein weingelbes, nicht braunes Bier entsteht; —

2) Extraktion des Hopfens, indem das Hopfenharz sich mit der Glykose der Würze verbindet; und

3) Eindampfen der Würze bis zu dem beabsichtigten Gehalte derselben.

Es wird ferner auch angegeben, daß das in der Würze enthaltene gerinnbare Pflanzeneiweiß, wenn es nicht durch Kochen beseitigt werde, das Bier zu einer sehr heftigen und raschen Gährung veranlassen und somit dessen Haltbarkeit gefährden würde. Ob diese Gefahr wirklich in dem gefürchteten Grade vorhanden ist, bleibt schwer zu entscheiden. Ich setze ein paar zur Lösung dieser Frage angestellte Gährversuche hierher, zumal sie uns auch über den Einfluß des Hopfenharzes belehren.

Es wurde ein Quantum Würze, wie sie vom Bottich abgeläutert wird, auf die Kühle gebracht, A. Ferner wurde eine Portion derselben Würze, nachdem sie den gedämpften Hopfen durchströmt hatte (wobei das Pflanzeneiweiß nicht gerinnen konnte), gekühlt, B.

Und endlich wurde eine Quantität gehopfter Würze, welche unter einem Ueberdruck von $1/_5$ Atmosphäre klar gekocht und mit **A** und **B** auf gleiche Saccharometergrade gebracht war, gekühlt und als **C** in die Versuchsreihe aufgenommen. Alle drei Proben wurden mit gleichen Mengen Unterhefe gestellt und unter ganz gleichen äußern Einflüssen bei $11^1/_4{}^0$ der Gährung überlassen. Dabei zeigten sich folgende Unterschiede.

Beim „Aufziehen" mit der Hefe bildete die Würze **A** einen weißen und rasch vergehenden Schaum, während **B** und **C** einen mehr stabilen Schaum von gelblicher Färbung zeigten.

Der Gährungsverlauf war bei **A** am schnellsten, Kräusen bildeten sich gar nicht. Der scheinbare Vergährungsgrad (die Berechnung desselben s. im spätern Kapitel „die Gährungs-Verfahren," §. 21) stellte sich am 8. Tage auf $\left(\frac{11.8 - 1.8 \times 100}{11.8}\right) = 85.$ — Bei **B** verlief die Gährung ruhiger. Die Decke zeigte zwar auch keine reinen Kräusen, doch war die Tendenz zur Kräusenbildung unverkennbar und es waren die vorhandenen Kräusen nur durch Schaumblasen unterbrochen. Die scheinbare Vergährung war am 8. Tage = 79. — Die Gährung bei **C** war ganz normal und am 8. Tage bis auf 72 vorgeschritten.

Hiernach darf man wol schließen, daß

1) die Gegenwart des Hopfenharzes die Gährung verzögert und die physikalische Erscheinung der Kräusenbildung veranlaßt, und daß

2) der Eiweißstoff dieser Wirkung entgegenarbeitet.

Die klar filtrirten Biere von **A** und **B** schieden das Eiweiß bei dem Erhitzen bis auf etwa 88° aus, — das Bier **C** blieb bei dieser Temperatur klar und trübte sich erst bei längerm Sieden (s. I. §. 159). Das Pflanzeneiweiß hatte also nichts zur Beschleunigung der Hefenbildung (und dadurch zur Steigerung der Vergährung) beigetragen. Es bleibt deshalb die Frage, kraft welcher seiner Eigenschaften das Pflanzeneiweiß den Gährungsverlauf beschleunigt hat, — bis jetzt noch eine ungelöste.

Weil aber diese Thatsache der Beschleunigung der Gährung da ist, so können wir als Zweck des Würzekochens auch

4) die Entfernung des gerinnbaren Eiweißstoffs gelten lassen.

§. 71.

Das Würzekochen hat auch bereits einen Gegner gefunden, — es ist Tizard, Professor der Bierbrauerei in London. Zur Begründung seiner Praxis des Nichtkochens verweist Tizard 1) auf die Gährung des Weines, — der Most von Beeren oder Obst wird vor der Gährung nicht gekocht und liefert dennoch Weine, die an Klarheit und Haltbarkeit dem Bier nicht nachstehen.

Er führt ferner noch folgende Gründe ins Feld. 2) Chemische Versuche haben klar nachgewiesen, daß zur Erzielung einer recht vollkommenen Gährung soviel als möglich Eiweißstoffe in der Würze enthalten sein müssen. Durch das Sieden aber wird dieses Ziel vereitelt, die Eiweißstoffe werden durch die Hitze zum Gerinnen gebracht. — Aus demselben Grunde hält Tizard auch die Gerbsäure des Hopfens, welche ebenfalls einen Theil der Eiweißstoffe entfernt, für nachtheilig und hat einen Apparat konstruirt, der dem Hopfen das „Bitter" entziehen und die Gerbsäure zurücklassen soll, was aber nicht der Fall ist. 3) Das Kochen schneidet eine jede fernere Umwandlung des Stärkekleisters oder Dextrins in Glykose ab, weil das „Diastas", dieses wesentliche Princip aller Umwandlung, zerstört wird. Deshalb bleibt beim Kochen der Würze soviel Dextrin in der Würze und das nachfolgende Bier behält deshalb die Tendenz zu kleben.*)

Gegen diese sog. Gründe Tizard's muß man indessen einwenden:

Zu 1) Most enthält nur äußerst wenig Glutin, dagegen fast nur löslichen Eiweißstoff. Das Glutin wird bei der Mostgährung als schleimige Decke ausgesondert und von sorgsamen Weinproducenten abgenommen, — die Eiweißstoffe zur Bildung der Hefe werden also vom Pflanzeneiweiß geliefert und der fertige Wein enthält nur noch sehr wenig gerinnbares Eiweiß. — Beim Kochen der Bierwürze wird zwar das gerinnbare Eiweiß ausgeschieden, dagegen aber das Glutin in die gebräunte Form verwandelt und löslich gemacht. Wenn also

zu 2) dem Herrn Tizard an der Gegenwart der Eiweißstoffe für die Zwecke der Gährung (uns dienen sie wesentlich als Faktoren für den Geschmack!) gelegen ist, — ei nun, so lassen wir durch dieselbe Thüre, durch welche wir das gerinnbare Eiweiß hinausgeschmissen haben, das umgewandelte Glutin bleibend in die Würze!

---

*) Was wir Vollmundigkeit oder substantiösen Charakter nennen.

Zu 3) kann sich Herr Tizard leicht durch einen Versuch überzeugen, daß er sich auf falscher Fährte befindet. Er rühre Malzschrot mit warmem Wasser an und erhöhe dann die Temperatur rasch bis auf etwa 90°, wobei also das sog. Diastas ganz sicher zu Tode gekommen sein muß. Die Würze wird reich sein an Granulose (Kleister) und Dextrin, — sie ist schleimig, aber sie klebt nicht. Er setze ihr nun etwas kalten Malzauszug zu und lasse sie bei einer Temperatur von etwa 70° längere Zeit stehen, damit die Glykosebildung sich vollenden kann. Dann wolle er die Würze zum Sieden erhitzen und nach einiger Zeit wahrnehmen, daß sie nunmehr ärmer an Dextrin, aber klebend **geworden** ist.

§. 72.

Je nachdem man nun den einen oder andern Zweck beim Würzekochen als vorherrschend betrachtet, muß sich auch die Praxis verschieden gestalten.

I. Will man ein ganz blasses Bier haben, so muß das Erhitzen nur bis zum Gerinnen des Pflanzeneiweiß fortgesetzt werden. Der Hopfen wird in diesem Falle gedämpft und das Hopfenharz durch Kochen mit einer Kartoffelzucker-Auflösung gelöst, die man dann mit der Würze auf dem Kühlschiff mischt. Das unveränderte Glutin wird dann, beim Beginn der Gährung, als schleimige Decke abgenommen.

II. Will man sich die Arbeit des separaten Hopfenausziehens ersparen, so bringt man ihn in die Pfanne und kocht ihn mit einer kleinen Portion der Würze, bis das Hopfenöl so ziemlich in die Flucht gejagt ist, wobei aber der Hopfen niemals von seinen werthvollen Bestandtheilen **erschöpft** wird. Dem Hopfenextrakt mischt man die übrige Würze auf dem Kühlschiff zu.

III. Stört aber die dunkle Farbe des Bieres nicht, so schlägt man folgende Wege ein.

Das Kochen der Würze und die damit verknüpfte Umwandlung des Glutins geschieht gewöhnlich entweder

a) dadurch, daß man die gesammte Würze mit dem gesammten Hopfenzusatz kocht — oder

b) indem man den Hopfen mit der ersten Würze kocht, um das Oel zu verjagen, diese stark gehopfte Würze auf's Kühlschiff bringt und dem zurückbleibenden Hopfen das nun leichter ausziehbare Hopfenharz durch Erhitzen mit den Nachgußwürzen

entzieht und diese mit der ersten Würze mischt oder für sich verarbeitet. —

Alle übrigen Methoden des „Hopfenhaltens" sind ganz unwesentliche Abänderungen dieser beiden Wege und zum Theil aus Unkenntniß der Bedeutung der Hopfenbestandtheile für den Brauproceß entstanden.

Man merke sich deshalb:

1) daß das in früherer Zeit so hochgepriesene Hopfenöl fast gar keinen Werth für die Zwecke der Brauerei hat, — es kann sich leicht zersetzen und dem Biere einen widrigen Geruch ertheilen; —

2) daß ein Theil des Hopfenöls (der schwerer flüchtige Theil der beiden Hopfenöle) wol dem Hopfenharz anhängt und dem Biere vorläufig ein Parfüm ertheilen kann, — daß aber eben dieses Oel auch einen Theil des bei der Gährung (durch Zersetzung der Glykose als Lösungsmittel) ausgeschiedenen Hopfenharzes aufgelöst hält, — daß mit der Verdunstung des Hopfenöls dieses Hopfenharz sich ausscheidet und dem Biere einen **nachhaltig** bittern Geschmack ertheilt, weil es der Zunge anklebt, — eine Bierkrankheit, deren einfache Beseitigung mir erst nach vielen vergeblichen Versuchen und nach Feststellung des eben erwähnten Grundes gelang. Man merke sich, daß

3) das Hopfenharz nur insofern zur Haltbarkeit des Bieres beiträgt, als es die zur Vollendung der Nachgährung thätigen Unterhefenzellen mit einem firnißartigen Ueberzug bekleidet und dadurch die endosmotische (s. I. §. 222) Strömung durch die Zelle hindert. Setzt sich dieses Hopfenharz zufälliger Weise anderwärts an, so werden auch die am stärksten gehopften Biere sauer, sobald die letzten Mengen der Glykose zersetzt sind.

4) Die Gerbsäure des Hopfens ist sehr leicht auflöslich und verbindet sich bekanntlich leicht mit den Eiweißstoffen; — sie scheidet deshalb einen Theil des Glutins oder des gelösten Eiweißes aus; diese Ausscheidung ist anfänglich blos Trübung, zieht sich aber zu dichten Flocken zusammen, umhüllt dabei sonstige Trübungen und nöthigt sie, sich auf dem Kühlschiff ebenfalls am Boden abzulagern. Die Gerbsäure wirkt also nur als Klärmittel.

In dem Umstande, daß auch die Granulose durch Gerbsäure gefällt wird (s. I. §. 117), glaubte man eine Schutzwehr zu finden

gegen Fehler beim Einmaischen. Zeigte die Jodprobe noch einen Rückhalt von Granulose in der Würze im Kessel an, so glaubte man, daß die Gerbsäure solche beseitigen werde. Daß dem aber nicht so ist, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man einer Würze absichtlich etwas Stärkekleister zusetzt und nun die Ausscheidung der Granulose durch Gerbsäure versucht; erst nachdem sämmtliche Eiweißstoffe ausgeschieden sind (wodurch also der Charakter der Bierwürze vernichtet ist), erst dann wird auch die Granulose ausgeschieden.

§. 73.

Beobachtet man das Verhalten einer ganz klaren Würze, welche ohne Zusatz von Hopfen bis zum Sieden erhitzt wird, so sieht man, daß bei einer Temperatur von etwa 80⁰ eine Trübung eintritt, die sich zu Flocken gestaltet und an der Oberfläche einen mehr oder minder starken Schaum bildet. Es ist das geronnene Pflanzeneiweiß. Beim Dickmaischkochen mußte das Gerinnen natürlich schon in den zum Sieden gebrachten Maischportionen geschehen, und das geronnene Eiweiß blieb dann in den Trebern zurück; deshalb ist auch der Schaum beim Sieden von Dickmaischwürzen weit geringer als bei Infusionswürzen, die den Eiweißgehalt des Malzes unverkürzt in den Kessel bringen.

Bekanntlich ist das Eiweiß ein vortreffliches Klärmittel, es umhüllt die trübenden Theile der Würze beim Gerinnen und reißt sie mit an die Oberfläche, wo sie mit dem Schaum abgenommen werden können.

Es ist die Frage aufgeworfen worden, ob es nothwendig oder nützlich sei, den Schaum beim Sieden der Würze abzunehmen. Der Schaum sinkt nämlich beim anhaltenden Sieden endlich zu Boden, weil der Eiweißstoff in der That schwerer ist als Wasser und nur durch eingeschlossene Luftbläschen zum Schwimmen gebracht wurde, mit deren Entweichen das Eiweiß sich senkt. Am Boden aber — so hat man gesagt*) — wird durch die hohe Temperatur ein Theil des Eiweißes wieder auflöslich und geht ins Bier über, weshalb sich dieses schlecht klärt und leicht säuert.

Von Alledem ist richtig, daß das geronnene Eiweiß durch anhaltendes Sieden mit der Würze in die gebräunten Eiweißstoffe

*) S. Schwarz's patent. Bierbrauapparat. Darmstadt, 1857.

übergeht und in dieser Form im Biere bleibt; Nachtheil aber erwächst daraus dem Biere ebensowenig als aus den vom Glutin herrührenden gebräunten Eiweißstoffen.

Also kann man das Abnehmen des Schaumes getrost unterlassen.

§. 74.

Hätte man aber auch das geronnene Eiweiß vollständig entfernt, so würde man doch die auf dem Siedepunkt angelangte Würze sich wieder trüben sehen, — es scheiden sich abermals Flocken aus (die Würze „bricht sich") und die darüber stehende klare Würze hat eine dunklere Farbe bekommen. Diese Erscheinung ist Folge der Umwandlung des Glutins, — ein Theil desselben wird zu gebräunten Eiweißstoffen, ein anderer Theil scheidet sich als unlöslicher Eiweißstoff aus.

Dieser Proceß geht sehr allmälig von Statten. Eine klar filtrirte Probe der Würze wird beim Erkalten wieder milchicht trübe, in Folge des noch darin enthaltenen Glutins. Je längere Zeit man die Würze auf dem Siedepunkt erhält, um so brauner wird sie und um so weniger Trübung beim Erkalten zeigt sich. Das lange Sieden aber führt zu der §. 66 erwähnten unliebsamen Aenderung des Geschmacks und Geruchs der Würze.

Zur Beschleunigung der vollständigen Umwandlung des Glutins der Würze giebt es nur zwei Wege „die den Nachtheilen des langen Siedens vorbeugen." Entweder man läßt dieselben unter Druck sieden (s. S. 256), — oder man leitet atmosphärische Luft in die Würze, welche durch ihren Sauerstoffgehalt die Entstehung der gebräunten Eiweißstoffe fördert (s. I. §. 152).

Der letztere dieser Processe vollzieht sich allmälig auf dem Kühlschiff, wenn die Luft ziemlich reich ist an Ozon. Es sind aber auch besondere Vorrichtungen angerathen zur Bewerkstelligung dieser Schwängerung der Würze mit Sauerstoff (Oxygénation). Der französische Brautechniker Esquiron z. B. leitet reines Sauerstoffgas, das er mittelst eines kleinen tragbaren Apparats darstellt, auf den Boden des Braukessels und läßt es dort durch eine große Anzahl kleiner Löcher ausströmen. Ueber die Erfolge dieser letzten Procedur kann ich aus Erfahrung nicht sprechen. Man wird aber mit atmosphärischer Luft dasselbe Resultat erreichen (obwol sie nur 21 Proc. Sauerstoff enthält), — ein einfacher Ventilator (wie bei der Ma-

schine, S. 187) würde den Luftstrom beschaffen und man erreichte dadurch den weitern Vortheil, daß das Stickstoffgas der Luft mit Wasserdampf beladen fortgeht und auch die Concentration der Würze beschleunigt.

§. 75.

So lange diese Oxygenation der Würze noch nicht heimisch ist in den Brauereien, wird man die Frage aufwerfen: wann das Kochen der Würze unterbrochen werden soll? —

Wo man die Nachwürzen mit der Hauptwürze vereinigt in den Kessel bringt, da ist selbstverständlich die Erreichung der nöthigen Concentration die erste Bedingung. Und bis diese erfüllt ist, haben auch die chemischen Processe in der Würze Zeit gehabt zur Vollendung.

Verarbeitet man aber die Hauptwürze für sich, so ist einzig und allein die Farbe, welche das Bier erhalten soll, als Anhaltspunkt zu betrachten. Soll das Bier nur blaßgoldbraun sein, so muß das Kochen zeitig unterbrochen werden. Am sichersten geht man, indem man eine Probe der Würze siedendheiß filtrirt und nun die klare Flüssigkeit beobachtet. Hat sie die entsprechende Farbe, so ist's Zeit, das Sieden zu unterbrechen, weil in dieser Periode noch nicht alles Glutin in gebräunten Eiweißstoff umgewandelt ist und deshalb bei fortgesetztem Sieden eine dunklere Farbe des Bieres resultiren würde, wenn nicht die Gerbsäure des nun zugesetzten Hopfens einen Theil der gebräunten Eiweißstoffe wieder ausschiede und dadurch die Farbe blasser machte. Das unveränderte Glutin kann auch noch auf dem Kühlschiff Sauerstoff aufnehmen und das Bier dadurch dunkler färben, weshalb solche Würzen für blassere Biere am besten in Kühlapparaten (ohne Kühlschiff) gekühlt werden. Diese Würzen machen dann eine eigenthümliche Behandlung bei der Gährung nothwendig (s. das Kapitel „die Gährungs-Verfahren").

Soll aber das Bier eine dunklere Farbe erhalten, so erhält man es längere Zeit in einer Temperatur nahe dem Siedepunkt. Es ist für die Umwandlung des Glutins nicht nothwendig, daß die Würze im Sieden ist, d. h. Dampf entwickelt, es genügt eine Temperatur von nahe 100°. Und wenn man erwägt, daß die Dampfbildung (wenn sie nicht den Zweck der Concentration der Würze hat) doch viel Brennstoff erheischt, so sollte man in dieser Hinsicht in den Brauereien mehr Aufmerk-

samkeit auf den Sudproceß verwenden als gewöhnlich geschieht.

Stellt man ein mit klar filtrirter heißer Würze gefülltes Glas zum Erkalten hin, so wird man finden, daß sie sich um so früher zu trüben beginnt, je weniger lange Zeit sie erhitzt war, — eine mehrere Stunden hindurch erhitzte dunkelbraune Würze bleibt beim Erkalten fast ungetrübt.

Nach dem Zusatz des Hopfens aber ändert sich dieses Verhalten, indem eine gehopfte Würze beim Erkalten stets trübe wird durch ausgeschiedenes Hopfenharz, — namentlich beim frischen, sehr ölreichen Hopfen bleibt viel Harz mit dem Oel in Verbindung und trübt die Würze, was zwar durch die Gährung beseitigt wird, aber leicht Veranlassung zum „Bitterwerden" des Bieres auf dem Lager Veranlassung giebt (s. S. 275).

§. 76.

In Betreff des Hopfenzusatzes giebt es nach dem vorher Mitgetheilten nur einen einzigen rationellen Weg.

Man bringe den Hopfen erst dann in die Würze, nachdem dieselbe in dem gewünschten Stadium ihrer Veränderung angelangt ist.

Um aber den Nachtheilen des Hopfenöls (s. S. 275) zu entgehen, beseitige man dasselbe vorher durch Dämpfen des Hopfens oder durch Kochen desselben mit einer kleinen Portion Würze. Der Böhme Paupie hat die Vortheile der Beseitigung des Hopfenöls längst erkannt (obgleich er es auch für die Gesundheit schädlich hielt), — er arbeitete nach folgender Methode. Auf jedes Pfund Hopfen werden 11 Pfund Würze zugesetzt und so lange gekocht, bis die ganze Masse syrupartig ist; dann ist es Zeit, die übrige Würze hinzuzulassen. Nach Verdunstung des Hopfenöls verbindet sich das Hopfenharz viel leichter mit der Glykose der Würze.

Die Menge*) des zuzusetzenden Hopfens ist Sache der Gewohnheit der Konsumenten: — da will man ein bitteres Bier, dort verlangt man's weniger bitter. Aus Gesundheits-Rücksichten aber sollten die Biertrinker sich allgemach an weniger bittere Biere gewöhnen, denn das Hopfenharz ist ein sog. Narkotikum, d. h. ein betäubender

*) Der Verfasser erfand ein Hopfensparsystem, wodurch bei gleichem Grade der Bitterkeit des Bieres (und ohne daß ein Hopfensurrogat in Anwendung kommt) ein Drittel der bisher verwendeten Hopfenmenge erspart wird. Dieses System wird gegen Honorar mitgetheilt.

Stoff und die Ursache jener schrecklichen Krankheit, die man „Katzenjammer" genannt hat.

Welche Verschiedenheiten in Bezug auf die Menge des Hopfens herrschen, das mag die folgende Uebersicht mit Zahlen belegen.

Man verbraucht in	zu 1000 Liter	Hopfen Kilogramm:
München	Winterbier	2.3
	Sommerbier	3.2 bis 4.9
Bamberg	Winterbier	4.4
	Sommerbier	8
Kulmbach	Winterbier	4
	Sommerbier	12
Karlsruhe	Winterbier	2.9
	Sommerbier	6 bis 7.5
Böhmen	Winterbier	2.2
	Sommerbier	3.3
Prag	Winterbier	4.4
London	Porter	etwa 12
	Indian pale Ale	32
Edinburg	Ale	12

Diese Tabelle liefert denn wol auch den besten Beweis, wie übertrieben die Hoffnungen sind, welchen sich die meisten Brauer hingeben, wenn sie den Hopfen für den Schutzwächter halten gegen die Anfechtungen des atmosphärischen Sauerstoffs und die Verführung zur Essiggährung. Wäre diese Voraussetzung gegründet, so würde man unfehlbar die besten Sommerbiere in den Orten finden, wo der größte Hopfenzusatz Sitte ist und die schlechtesten in München und in Böhmen, was doch nicht behauptet werden dürfte.

Daß der Hopfen die Nachgährung verzögert, ist oben S. 275 bereits erwähnt, — daß er zuweilen den Dienst versagt, steht ebenda zu lesen. Man fährt deshalb am sichersten, sich nicht zu verlassen auf die schirmende Hand des Hopfens, sondern vielmehr all' seine Sorgfalt auf die Umstände zu richten, welche die Haltbarkeit des Bieres beeinträchtigen können.

§. 77.

Ein anderer Grund für die herrschende Praxis, dem Lagerbier, je nach dem Zeitraume, bis zu welchem es lagern soll, größere Hopfenmengen zuzusetzen, findet sich aber in dem durch die fortlaufende Gährung sich ändernden Geschmack des Bieres. Die Sommerbiere

werden schließlich mit einem größern Vergährungsgrade getrunken als die Winterbiere, — die Glykose, mit welcher das Hopfenharz verbunden war, wird zersetzt und das Harz scheidet sich aus, das Bier verliert an Bitterkeit.

Wollte man nun diesem Mangel abhelfen durch einen größern Hopfen-Zusatz von Haus aus, so würde das den Zweck verfehlen, weil das Bier zwar im Anfang bitterer ist, dann aber verhältnißmäßig mehr Hopfenharz fallen läßt und bei gleich hoch gesteigertem Vergährungsgrad (bis nahe zur vollständigen Zersetzung der Glykose) schließlich doch nicht mehr Hopfenharz gelöst enthält als ein schwach gehopftes Bier, weil die Menge des alsdann noch gelösten Harzes allein abhängt von der Menge der noch vorhandenen Glykose.

Deshalb setze ich gleich hierher die einfache Folgerung aus den vorhergegangenen Thatsachen: man darf den Glykosegehalt eines Lagerbieres nie so weit sinken lassen, daß das Hopfenharz in zu großen Mengen ausgeschieden wird (s. Kellerwirthschaft).

§. 78.

Ist das Kochen der Würze beendigt, so läßt man sie durch eine Vorrichtung passiren, welche den Hopfen auf einem Siebboden zurückhält, — den Hopfenseiher.

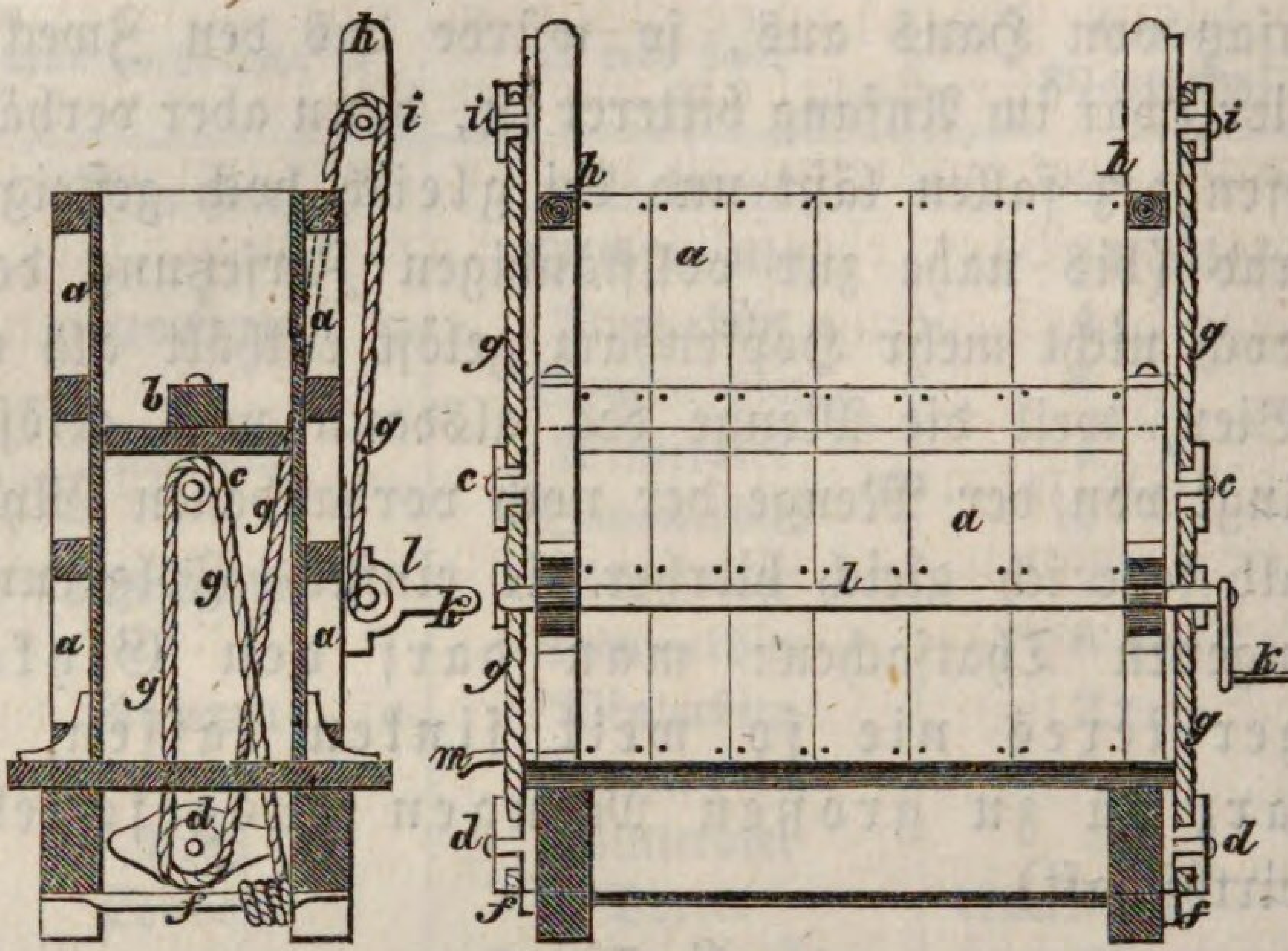
Dieser Apparat in seiner einfachsten Form ist ein Netz von Bindfaden, welches an die Rinne gehängt wird, die den Hopfen dem Kühlschiff zuführt, — oder ein Korbgeflecht aus geschälten Weidenruthen. Sauberer bleibt immer ein ziemlich flacher (kaum 4 Decimeter hoher) Kasten von Eisenblech, dessen Wände ringsum von 2 zu 2 Centimeter durchlöchert sind, — er steht auf etwa 15 Centimeter hohen Füßen im Kühlschiff und eine Rinne führt ihm die Würze zu.

Diese Vorrichtung genügt aber nicht, um dem Hopfen alle darin enthaltene Bierwürze zu entziehen, — jedes Kilogramm des angewendeten Hopfens hält, wenn er auch auf dem Hopfenseiher abgetropft ist, immer noch ca. 6 Liter Würze zurück. Um diese zu gewinnen, bedarf es einer Hopfenpresse. Die nachstehende, in Nordamerika gebräuchliche Konstruktion ist leicht herzustellen und wirkt kräftiger als die gewöhnliche.

Fig. 102 ist der Querschnitt, Fig. 103 die Seitenansicht der Presse. Dieselbe besteht aus einem Kasten a a und dem Preßbret mit

Querbalken b. An dem Querbalken sind an beiden Seiten die Leitrollen c c angebracht. An beiden Enden unterhalb des Kastens sitzen die beiden Leitrollen d d. Auf den Stäben f f sind die Seile g g festgeknüpft und laufen von da über die Leitrollen c c und weiter über

Fig. 102 u. 103.



die Leitrollen d d. Von hier aus gehen die Seile über zwei an den etwas über dem Kasten vorstehenden Balken h h angebrachte Leitrollen i i und wickeln sich von da auf der mit einer Kurbel k versehenen Welle l auf.

Dreht man an der Kurbel k, so wird das Seil verkürzt und folglich das Preßbret b herunter gezogen, wodurch der unter demselben befindliche Hopfen ausgepreßt wird. Die Würze läuft durch das Rohr m ab.

§. 79.

Beim Kochen der Würze werden auch noch für besondere Zwecke die Farbmittel und die Klärmittel zugesetzt.

Die Farbmittel — sie sind S. 142 u. s. w. aufgeführt — werden einfach in den Kessel geworfen, die Menge ist je nach der Gewohnheit der Konsumenten verschieden.

In Belgien ist eine böse Praxis heimisch geworden; man setzt der kochenden Würze gebrannten Kalk zu, um sie dunkler braun zu färben, und glaubt auch, die Biere dadurch haltbarer zu machen. Welcher chemische Proceß der eintretenden Färbung zu Grunde liege, das wolle der Leser I. §. 137 nachlesen, — es wird dabei Glykose zersetzt. — Das Märchen von der größern Haltbarkeit

aber ist durch folgenden Trugschluß zur Welt gekommen. Man hat das Verhalten des Kalks zur Glykose benutzt, um ein Bierfärbungsmittel herzustellen. Man kocht eine Würze mit einer so großen Menge Kalk, daß alle Glykose zersetzt wird. Da keine Glykose mehr da ist, tritt auch keine Gährung ein und es kann deshalb auch keine Essigsäure entstehen. In dieser Hinsicht also ist die Flüssigkeit sehr haltbar und sie behält auch ihre braune Farbe. Daraus aber schließen zu wollen, daß nun das mit diesem Farbmittel versetzte Bier ebenfalls haltbar sein müsse, das heißt doch die Gesetze des Denkens mit dem Standrecht bedrohen.

§. 80.

Unter den Klärmitteln ist nur das Carragheen-Moos erwähnenswerth; man setzt es in einem Verhältniß von etwa 30 Gramm für je 1000 Liter Würze zu und kocht es längstens 1 Stunde hindurch mit derselben; längeres Kochen würde den Pflanzenschleim (s. I. §. 138) dieses Mooses verändern, ihn seiner schleimigen Natur berauben und als Klärmittel untauglich machen.

Man hat auch leimhaltige Klärmittel, die dem Thierreich entnommen sind, den Würzen als vermeintliches Klärmittel zugegeben, — so namentlich Kalbsfüße (neuerdings hat sich der Belgier Fleury die Anwendung von gelben und schwarzen Waldschnecken patentiren lassen!). Der Thierleim (I. §. 157) geht durch's Kochen ähnlich dem Glutin in einen auch in kaltem Wasser auflöslichen Körper über und verbleibt dann im Bier. Wenn Mulder glaubt, ihn durch große Mengen Hopfen zu beseitigen (s. Mulder, S. 315), so hat er übersehen, daß die Gerbsäure des Hopfens eben so sehr die dem Pflanzenreich entstammenden Eiweißstoffe ausscheidet, — man würde also entweder alle Eiweißstoffe ausscheiden (dann giebt's kein Bier mehr!) oder man behält noch gebräunten Thierleim in der Würze mit dem widerwärtigen Geruch, der jedem Tischlerleim anhaftet.

Uebrigens ist es den Brauern auch weniger darum zu thun, die Kalbsfüße als Klärmittel anzuwenden, — sie wollen vielmehr das Bier dadurch vollmundiger machen. Und — — es klebt allerdings sehr, aber der feine Geschmack geht verloren.

Ferner ist noch als Klärmittel angewendet die Katechugerbsäure. Man zerstößt das Katechu (sog. Terra japonica) zu feinem Pulver und bringt es in die Würze. Was geschieht dadurch? — Die gebräunten Eiweißstoffe, deren Herbeischaffung man

mit Aufwand von Zeit, Arbeit und Brennstoff erreicht hat, werden wieder beseitigt! Und das kann man doch wol nur eine Thorheit nennen. — Anders aber ist's, wenn man sich des Katechu als Entfärbungsmittel bedient. Ist bei der nothwendigen Concentration der Würze die Farbe dunkler geworden, als sie bei den Konsumenten beliebt ist, dann hat die Anwendung des Katechu einen vernünftigen Zweck.

§. 81.

Das Kochen der Würze hat einen nicht unerheblichen Substanzverlust im Gefolge. In England hat man diese Thatsache längst festgestellt. Ob aber der Verlust durch eine gemeinschaftliche Reise des Extraktes mit dem massenhaft auswandernden Dampfe herbeigeführt wird, — oder ob derselbe Folge einer höchst unwahrscheinlichen Zersetzung der Glykose ist (man hat nämlich in England an eine Entweichung von Alkoholdämpfen gedacht!), das ist in dem Artikel **Beer** der **Encyclopaedia brittanica** (von **Dr.** James Stark in Edinburg) unentschieden gelassen.

Bei einem Dampfapparat, wobei die Würzedämpfe zum Einmaischen benutzt wurden, beobachtete ich Verkleben der Ventile. Es ergiebt sich daraus, daß der Extrakt als solcher mit den Würzedämpfen von dannen gezogen ist.

Daraus ist Zweierlei zu lernen:

1) Ein Ventil, was verklebt werden kann, bietet bei einem System à la Gassauer keine Sicherheit. Die einzig sichere Vorrichtung gegen Tollheiten des Betriebspersonals bleibt das Steigrohr (s. S. 259). Die verflüchtigte Substanz verdichtet sich wieder in der Maische.

2) Beim Erhitzen der Würze im offnen Kessel ist der Substanzverlust zu vermeiden, wenn man die Temperatur nur bis zum Siedepunkt gelangen läßt und jede Dampf-Entwickelung, welche nicht zur Concentration der Würze erforderlich ist, streng vermeidet.

§. 82.

Ein fernerer Verlust beim Würzekochen erwächst noch durch die mangelhafte Extraktion des Hopfens. Die vollständige Auflösung des kostbaren Hopfenharzes durch die Glykose der Würze erfordert mehr Zeit, als zum Kochen der Würze bewilligt wird. Sorgt man nicht dafür, daß der größte Theil des Hopfenöls verjagt wird, so bleibt eine erhebliche Menge des Hopfenharzes im Hopfen zurück.

Um diesem Verlust zu begegnen, wirft man den ausgebrauten Hopfen ganz heiß in das Einmaischwasser für's nächste Gebräu. Wird Dickmaisch oder Lautermaisch gekocht, so bringt man den Hopfen mit in den Kessel, — aber auch beim Infusionsverfahren geht der Rest des Hopfenharzes vollständig in die Würze über, die ziemlich bitter abläuft. Man bedarf dann beim Kochen der Würze nur noch etwa 60 Procent der außerdem nöthigen Hopfenmenge, um ihr die gewohnte Bitterkeit zu geben.

In kleinern Brauereien, in denen zwischen je zwei Gebräuen mehrere Tage verstreichen, ist's nothwendig, daß der gebrauchte Hopfen gedörrt und so bis zum nächsten Gebräu aufbewahrt wird.

Bei Mitanwendung von Rohstoffen, die keine Trebern liefern (Stärkemehl, Reis &c.), bildet der ausgebraute Hopfen im Maischbottich ein vortreffliches Auflockerungsmittel.

Vierter Abschnitt.

Der Wärme-Aufwand bei den verschiedenen Braumethoden.

§. 83.

Ehe wir das Kapitel vom Maischen verlassen, müssen wir noch die bei den verschiedenen Braumethoden verbrauchten Wärmemengen einer Vergleichung unterziehen. Dazu sollen uns die nachstehenden Berechnungen verhelfen. Diese Beispiele gewähren zugleich einen übersichtlichen Blick auf die bei den verschiedenen Braumethoden nothwendige Arbeit, Vertheilung des Brauwassers u. s. w.

Wir müssen dabei natürlich den Malzverbrauch und die Würze-Ausbeute für alle Braumethoden gleich groß nehmen, — aus 1000 Kilogramm Malz sollen 4000 Liter Würze gewonnen werden. Die Temperatur des Brunnenwassers setzen wir = 12°. — 1000 Kilogramm Malzschrot bedürfen zur Erhitzung auf gleiche Temperatur eben so viel Wärme wie 421 Kilogramm (oder Liter) Wasser (s. S. 57), weshalb in der Rechnung stets 421 Kilogramm Wasser anstatt des Malzes figuriren. In der Maische nehmen 1000 Kilogramm Malz nur den Raum von 750 Liter ein. — Die von den Trebern zurückgehaltene

Würze beträgt beim Infusionsverfahren 1300 Liter, beim Dickmaischbrauen nur 1000 Liter, — bei sorgfältigem Anschwänzen wird diese Würze fast vollständig wieder gewonnen. — Der beim Anheizen des Kessels stattfindende Wärmeverlust ist (als bei allen Methoden gleich) außer Acht gelassen.

Betrachten wir nun vor allen die

A. Dickmaischbrauerei.

W.-E.

1) Im Maischbottich werden 1000 Kil. Schrot mit 3200 Liter kaltem Wasser (von 12°) eingeteicht. Diese Maische nimmt also den Raum ein von 3200 + 750 = 3950 Liter. Die in dieser Maische steckenden Wärme-Einheiten betragen

für die 1000 Kil. Malzschrot . . . 421 × 12 = 5052 W. E.
3200 Kil. Wasser . . . . 3200 × 12 = 38400 „ „
zusammen 43452 W.-E.

2) In dem Braukessel werden 3000 Liter Wasser zum Sieden erhitzt, wobei jedes Liter 100 — 12 (d. h. weniger die schon darin enthaltenen) Wärme-Einheiten aufnimmt. —

mithin werden hierzu verbraucht 3000 × 88 = ... 264000

3) Von diesem siedendheißen Wasser werden nun 2600 Liter in den Maischbottich gelassen und somit 2600 × 100 = 260000 W.-E. in die Maische gebracht. Die Maische hatte bereits (s. Pos. 1) 43452 W.-E.
dazu die eben eingewanderten . . . . 264000 „ „
also zusammen 307452 W.-E.

welche sich auf 421 (für's Malz) + 3200 + 2600 = 6221 Kilogr. vertheilen und die Temperatur auf $\frac{307452}{6221} = 49.4^0$ steigern würden, wenn nicht die Bottichwände, Maischgeräthe und die Luft abkühlend wirkten. Die Maische zeigt deshalb nur 41°, also 8.4° **weniger**, was einem Verlust von 8.4 × 6221 = 52256 W.-E. entspricht.

4) Nun wird die **erste Dickmaische** von 2300 Litern, worin etwa die Hälfte des Malzschrots = 375 Liter und 1925 Liter Wasser enthalten sind, in den Kessel gebracht und zum Sieden erhitzt. Dazu sind vonnöthen

für's Malz $\frac{421}{2} \times 59 =$ . . . . 12420 W.-E.
für's Wasser 1925 × 59 = ... 113580 „ „
Zusammen 126000 W.-E. 126000

5) Von der siedenden Dickmaische werden 2080 Liter in den Bottich zurückgebracht, worin sich befanden

560 Kilogr. Schrot mit $\frac{421}{2} \times 41 =$ . . . . . 8631 W.-E.
und 3875 Kil. Wasser mit (à 41) = ... 158875 „ „
Zusammen 167506 „ „

Zu übertragen 390000

W.-E.

Die zurückgebrachte Dickmaische besteht aus Uebertrag: 390000

500 Kil. Schrot mit $\frac{421}{2} \times 100 =$ . . . . . 21050 W.-E.

und 1705 Kil. Wasser mit (à 100) = ... 170500 „ „

dazu die Wärme im Bottich = ... 167506 „ „

Diese 359056 W.-E.

vertheilen sich auf

421 (für's Malz) + 3875 + 1705 = 6000 Kil. und müßten eine Temperatur von $\frac{359035}{6001} = 59.8^0$ hervorrufen. Die Maische zeigt aber nur 56⁰, also um 3.8⁰ zu wenig, was einem Verlust von 6001 × 3.8 = 22803 W.-E. gleichkommt.

6) Es werden nun 2200 Liter Dickmaische (von 56⁰) in den Kessel gebracht und als zweite Dickmaische zum Sieden erhitzt, wozu erforderlich sind

für 500 Kil. Malz $\frac{421}{2} \times 44 =$ . . . . . . 9262 W.-E.

für 1825 Kil. Wasser × 44 = ... 80300 „ „

Zusammen 89562 W.-E. 89562

7) Hiervon gelangen 2080 Liter, bestehend (wie oben) aus 500 Kil. Schrot und 1705 Liter Wasser, mit insgesammt 191550 W.-E. — in den Bottich zurück.

Der Bottich enthält

500 Kil. Schrot mit $\frac{421}{2} \times 56 =$ . . . . . . 11788 W.-E.

und 3755 Liter Wasser à 56⁰ = ... 210280 „ „

dazu die Wärme der 2. Dickmaische = ... 191550 „ „

ergiebt insgesammt 413618 W.-E.

für den Inhalt des Bottichs, welcher nun besteht aus 421 (für's Malz) + 3735 + 1705 = 5861 Kilogramm, so daß die mittlere Temperatur der Maische $\frac{413618}{5861} = 70.6^0$. Die Temperatur beträgt aber nur 66⁰, also 3.4⁰ zu wenig, — es erweist sich also ein Wärmeverlust von 5861 × 3.4 = 19927 W.-E.

8) Nunmehr werden dem Bottich 3500 Liter Lautermaische von 66⁰ entnommen und in dem Kessel zum Sieden gebracht. Diese Lautermaische besteht aus 330 Kil. Malztheilen und 3252 Liter Wasser.

Diese verlangen zum Sieden noch

für's Malz 139 × 34 = ... 4726 W.-E.

für's Wasser 3252 × 34 = ... 110568 „ „

zusammen 115294 W.-E. 115294

9) In den Bottich gelangen zurück 3400 Liter Maische, welche besteht aus 330 Kil. Schrot mit 139 × 100 — . . . . 13900 W.-E.

und 3252 Liter Wasser mit 3252 × 100 = . . . 325200 „ „

Zusammen 339100 W.-E.

Zu übertragen 594856

W.-E.

Uebertrag: 594856

Der Bottich enthielt noch

670 Kil. Malztheile mit 282 × 66 = ... 18612 W.-E.

2188 Liter Wasser mit 2188 × 66 = ... 144408 " "

dazu die Wärme der Lautermaische = ... 339100 " "

so ergeben sich: 502120 W.-E.

für

421 (als Malz gerechnet) + 3252 + 2188 = 5861, woraus eine Durchschnitts-Temperatur von $\frac{502120}{5861} = 85.6^0$ entspringen sollte, — die Wärme-Verluste lassen aber nur 76° zum Vorschein kommen. Der Wärme-Verlust beträgt mithin 5861 × 9.6 = 56266 W.-E.

10) Beim Erhitzen bis zum Sieden und während des kurzen Siedens hat sich die Menge der Maische vermindert durch Verdampfung. Es waren zu Anfang im Bottich 750 Liter Schrot

und 3200 " Wasser,

und im Kessel 3000 " "

zusammen 6950 Liter.

Am Schluß des Maischprocesses hat der Bottich nur noch

750 Liter Malztheile

und 5440 " Wasser,

zusammen 6190 Liter Maische. Es sind also 6950 — 6190 = 760 Liter (oder Kilogramm) Wasser verdampft und dazu wurden verbraucht 760 × 550 = 418000 W.-E. 418000

11) Das Wasser zum Anschwänzen soll siedendheiß angewendet werden. In Bayern verwendet man in der Regel zu wenig Wasser dazu, etwa 600 Liter, welche, um siedendheiß zu werden, 600 × 88 = 52800 W.-E. 52800 bedürfen.

12) Beim Abläutern erhalten wir etwa 5400 Liter Würze. Da nun 4000 Liter Würze producirt werden sollen, so müssen noch 5400 — 4000 = 1400 Liter verdampft werden. Dazu sind erforderlich:

a) zur Erhitzung von 5400 Litern von 60°*) bis zum Siedepunkt 5400 × 40 216000

b) Zur Verdampfung von 1400 Liter Wasser 1400 × 550 = 770000 W.-E. 770000

13) Für den Wärme-Verlust durch Ausstrahlung des Mauerwerks können 10 Proc. der verwendeten Wärmemengen in Rechnung gebracht werden, also $\frac{2051386}{10}$ 205139

Insgesammt 2256795

*) So weit ungefähr ist die Würze durch's Abläutern erkaltet.

§. 84.

B. Satzbrauerei.

W.-E.

1) Das Schrot von 1000 Kilogr. Malz wird mit 2540 Liter kaltem Wasser eingeteigt. Nach mehrstündiger Ruhe läßt man 1700 Liter „kalten Satz" abfließen.

2) Im Kessel sind 4180 Liter Wasser von 12° bis zum Sieden zu erhitzen vermittelst 4180 × 88. 367840

3) Hiervon gelangen in den Maischbottich 2540 Liter, wodurch die Temperatur auf etwa 60° steigt; ohne den Wärme-Verlust durch Anwärmen des Bottichs würde die Temperatur 70° betragen.

4) Zu dem Wasserrest im Kessel bringt man den „kalten Satz", welcher, um bis zum Sieden gebracht zu werden, bedarf 1700 × 88 149600

5) Von dem Bottich läßt man 800 Liter klaren „warmen Satz" ab, der auf das Kühlschiff gebracht und rasch abgekühlt wird. Dann strömt bei völlig geöffnetem Hahn der Rest als trübe Lautermaische in den Grand; es sind 1280 Liter, welche

6) in den Kessel gebracht und von einer Temperatur von 48° bis zum Sieden erhitzt werden, wozu erforderlich sind: 1280 × 52 . . . 66560

7) Von der im Kessel siedenden Lautermaische werden 1600 Liter in den Bottich geschafft, wodurch die Temperatur auf 72° steigt; — ohne Verlust hätten wir 79° haben müssen.

8) Es befinden sich nun im Bottich 1000 Kilogr. Malzschrot und 2900 Liter Wasser. Etwa 4/5 dieser Maische werden in den Kessel geschöpft und von 72° bis auf 100° erhitzt. Dazu sind nothwendig:

a) für 800 Kil. Schrot 337 × 28 = 9436

b) für 2320 Liter Wasser 2320 × 28 = 64960

Zusammen: 74396 W.-E. 74396

9) Nach einstündigem Sieden (der dabei stattfindende Wärmekonsum steht unter Pos. 12) wird zum dritten Maischen geschritten, indem der Kessel vollständig in den Bottich entleert wird; die Temperatur der Maische stellt sich dadurch auf etwa 85°. Mittlerweile wird der Kessel gesäubert und der abgekühlte „warme Satz" in den Kessel gebracht, wo er von 14 bis auf 100° erhitzt werden soll. Von 800 Liter „warmen Satz" kommen 780 Liter in den Kessel und verschlucken 780 × 86 = 67080 W.-E. 67080

10) Die abgeläuterte Würze — 4920 Liter — besitzt eine Temperatur von etwa 70° und soll sammt dem im Kessel befindlichen warmen Satz bis auf 4000 Liter eingedampft werden.

Zunächst zur Erhitzung von 4920 Liter auf den Siedepunkt 4920 × 30 147600

zur Verdampfung von 1700 Liter 1700 × 550. 935000

11) Zum Anschwänzen wurden 1000 Liter Wasser von 12° bis zum Sieden erhitzt, wozu 1000 × 88 = 88000 W.-E. nöthig sind . . . 88000

Zu übertragen: 1896076

	W.-E.
Uebertrag:	1896076
12) Insgesammt waren 7720 Liter Wasser verwendet und 4920 Liter Würze erhalten. Der Würze-Extrakt nimmt den Raum von 375 Liter ein; 1000 Liter blieben in den Trebern zurück; mithin waren unter der Hand 2175 Liter verdampft, was erfordert 2175 × 550 = . . .	1196250
13) Der Wärmeverlust durch's Mauerwerk beträgt	309233
Insgesammt	3401559

§. 85.

C. Infusionsverfahren.

	W.-E.
1) Der Braukessel wird mit 4000 Liter Wasser beschickt und dieses bis auf etwa 68° erhitzt, wozu nöthig sind 4000 × 56	224000
2) Hiervon werden 2000 Liter in den Maischbottich abgelassen (zum Einteigen) und im Kessel durch frisches Wasser ersetzt, welchem man, um gleiche Temperatur zu erlangen, verabreicht 2000 × 56	112000
3) Die in der Pfanne befindlichen 4000 Liter Wasser werden von 68° zum Sieden erhitzt, Wärmeverbrauch also 4000 × 32	128000
4) Zum „Anbrühen" werden 2200 Liter des siedenden Wassers verwendet. Dem Rest in der Pfanne werden noch 1500 Liter kaltes Wasser zugeführt (zum Anschwänzen). Um dieses auf den Siedepunkt zu bringen, bedarf's 1500 × 88	132000
5) Nach vollendetem Abläutern ergeben sich 6180 Liter Würze, welche mit einer Temperatur von 60° in den Kessel gebracht und bis auf 4000 Liter eingedampft werden sollen. Dabei werden verbraucht:	
a. zur Erhitzung von 6180 Liter bis zum Siedepunkt 6180 × 40 .	247200
b. zur Verdampfung von 2180 Liter 2180 × 550	1199000
6) Erwägt man nun, daß 7500 Liter Wasser verbraucht wurden und 6180 Liter Würze (in welcher der Malzextrakt den Raum von 375 Liter einnimmt) abflossen, und daß die Trebern 1300 Liter Wasser zurückhalten: so erhellt, daß während der Operation 395 Liter Wasser verdampft sind, — das erheischt 395 × 550	217250
7) Wärmeverlust: $\frac{2259450}{10}$	225945
Insgesammt	2485395

§. 86.

D. Mein Lautermaisch-Verfahren (s. S. 248).

	W.-E.
1) Im Bottich werden 1000 Kil. Malzschrot mit 2000 Liter kaltem Wasser eingeteicht. Nach mehrstündigem Stehen werden 900 Liter „kalter Satz" abgezogen.	
2) Im Kessel sind 3000 Liter Wasser auf 75° zu erwärmen vermittelst 3000 × 63	189000
Zu übertragen	189000

		W.=E.
	Uebertrag:	189000

Davon werden 2600 Liter in den Bottich gebracht und die Temperatur der Maische auf 43° erhöht.

3) Unter fortwährendem Aufmaischen werden 3200 Liter trübe Lautermaische in den Grand gelassen, die mit 30° in den inzwischen entleerten Kessel gelangen und auf 70° erhitzt werden. Dazu sind nöthig:

a. für die 800 Kil. Malztheile 337 × 40 =	13480 W.=E.	
b. für 2600 Liter Wasser 2600 × 40 =	104000 = =	
Zusammen	117480 W.=E.	117480

4) Nach halbstündiger Ruhe wird die Lautermaische zum Sieden erhitzt vermittelst:

a. für Malztheile 337 × 30 =	10110 W.=E.	
b. für Wasser 2600 × 30 =	78000 = =	
Zusammen	88110 W.=E.	88110

5) Der „kalte Satz" wird in den Bottich gebracht und der Inhalt des Kessels hinzu, wodurch die Temperatur auf 67 bis 68° gesteigert wird.

6) Das Nachgußwasser (1700 Liter) wird siedendheiß gemacht vermittelst 1700 × 88 = ... 149600

7) Die abgeläuterte Würze von 60° beträgt 5250 Liter, welche bis auf 4000 verdampft wird, wozu erforderlich sind:

a. zur Erhitzung bis zum Siedepunkt 5250 × 40 = ... 210000

b. zur Verdampfung von 1250 Liter 1250 × 550 = ... 687500

8) Da nur 5250 Liter Würze erhalten waren, so müssen während des Suds 425 Liter verdampft sein vermittelst 425 × 550 = ... 233750

9) Der Wärme=Verlust stellt sich auf $\frac{1675440}{10}$ 167544

Insgesammt 1842984

§. 87.

Diese Berechnungen — nach deren Anleitung sich jeder Leser die Berechnung einer beliebigen andern Braumethode machen kann — geben uns nun zu einigen wichtigen Betrachtungen Veranlassung.

Man hat der Dickmaischbrauerei zum Vorwurf gemacht, sie sei kostspieliger in Bezug auf den Brennstoff als die Infusionsmethode, — nach den vorstehenden Berechnungen wäre das nicht der Fall. Das ist aber nur scheinbar und hat seinen Grund in der Art, wie der Nachguß gemacht wird. Bei unserer Berechnung des Infusions=Verfahrens wurde nämlich ein erschöpfender Nachguß von etwa 3100 Liter gemacht, während beim Dickmaischkochen (s. §. 83 Pos. 11) nur 600 Liter verwendet wurden. Rechnet man dem Nachguß noch 2500 Liter Wasser mit einem Wärmebedarf von 242,000 Wärme=Einheiten (einschließlich 10 Procent Verlust) hinzu, so stellt sich die

Rechnung schon zum Vortheil des Infusions-Verfahrens; zur Verdampfung dieser 2500 Liter würden aber noch weitere 1,512,500 Wärme-Einheiten erforderlich sein, so daß sich der Bedarf der Dickmaisch-brauerei dann auf 4,011,025 Wärme-Einheiten stellen würde!

Eben so mangelhaft wird das Anschwänzen bei der Satzbrauerei gewöhnlich betrieben, s. §. 84.

Daß mein Lautermaisch-Brauverfahren alle übrigen Braumethoden in Hinsicht auf Brennstofföconomie **weit überragt**, ist aus den Berechnungen klar!

§. 88.

Vergleichen wir noch die Wärmemengen, welche zum Einmaischen nothwendig waren, mit denen, welche in den entwickelten Dampfmengen enthalten sind, so finden wir z. B. im §. 83 durch Summirung der Positionen

9 und 11	554,920	Wärme-Einheiten,
und 10 und 12 b	1,188,000	= =

Daraus ist zu ersehen, daß die in den Würzedämpfen enthaltenen Wärmemengen weitaus hinreichend sind, um die im Maischproceß nothwendigen Temperaturen zu liefern!

Diese Vergleichung zeigt am sichersten, welche Zukunft der Wiederbenützung der Würzedämpfe noch blühen muß.

Im §. 83 ist auch noch auf den Wärme-Verlust Rücksicht genommen, welcher erwächst durch die abkühlenden Wände des Maischbottichs &c. Summiren wir diese Wärme-Verluste zusammen, so ergeben sich

bei Pos. 3)	52,256	Wärme-Einheiten,
= = 5)	22,803	= =
= = 7)	19,927	= =
= = 9)	56,267	= =
Zusammen	151,253	= =

und das sind — verglichen mit dem Gesammt-Aufwand von 2,256,795 Wärme-Einheiten — 6 Procent! — Wird das Maischen, so wie im §. 42 beschrieben, im Braukessel vollzogen, so wird diesem Wärmeverlust vorgebeugt.

§. 89.

Erinnere sich der Leser, daß wir in der Lage sind, die von einem Kilogramm des verwendeten Brennstoffs möglicher Weise zu liefernden Wärme-Einheiten genau zu bestimmen (s. I. §. 213). Haben wir diesen Vorversuch gemacht, so bieten uns die obigen Zahlen Anhalts-

punkte zur Beurtheilung der zu einem solchen Brauproceß erforderlichen Brennstoffmengen.

Haben wir z. B. mit Holz, welches (s. S. 9) 2600 Wärme-Einheiten pr. Kilogramm ausgiebt, gearbeitet, so bedarf nach den obigen Malz- und Wasserverhältnissen

die Dickmaischbrauerei $\frac{2256,795}{2600} = 868.9$ Kilogramm,

die Satzbrauerei $\frac{3401,559}{2600} = 1269.8$ „

das Infusionsverfahren $\frac{2485,395}{2600} = 955.9$ „

mein Lautermaischverfahren $\frac{1842,984}{2600} = 708.8$ „

Freilich sind nun unsere Heizapparate mit einem unvermeidlichen Verluste behaftet (s. S. 29), der sich bei gewöhnlichen Feuerungen auf $^1/_3$ beläuft, so daß also die obigen Zahlen um die Hälfte vermehrt werden müssen. Die Resultate nähern sich um so mehr den oben berechneten Zahlen, je besser die Feuerungen konstruirt sind.

Der Leser hat also zunächst das von ihm befolgte Brauverfahren nach Maß und Gewicht in Wärme-Einheiten zu übersetzen, die Ausgiebigkeit des von ihm verwendeten Brennstoffs festzustellen (nach I. §. 213) und dann zur Beurtheilung seines Heizapparats zu schreiten.

Fünfter Abschnitt.

Das Kühlen und Zusammengießen der Würze.

---

§. 90.

Auf S. 72 u. f. dieses zweiten Theiles sind die Principien der Kühlung bereits genügend entwickelt, — ich habe hier nur noch Einiges nachzutragen.

Die Erfahrung hat festgestellt, daß der Zutritt der Luft zur Würze bei niedriger Temperatur (bis zu höchstens 22°) nur vortheilhaft wirkt (s. §. 152 a), bei höherer Temperatur aber bildet sich leicht Milchsäure, wenn die zu Anfang durch den ausgestoßenen Wasserdampf abgehaltene atmosphärische Luft hinzutreten kann. Also

sorge man, sobald die Würze bis auf 30° (s. §. 171) abgekühlt ist, für Beschleunigung der Abkühlung durch einen gut wirkenden Kühlapparat, welcher der Luft völlig freien Zutritt gewährt, — wie der Baudelot'sche (s. S. 81).*)

Die Gefahr der Milchsäure-Gährung (s. I. §. 200) hat denn auch die Regel ins Leben gerufen: „Die Würze soll nicht länger als acht Stunden auf dem Kühlschiff bleiben!"

Um dieser Anforderung nachzukommen, darf die Würzeschicht auf dem Kühlschiff nicht höher als etwa 1 Decimeter liegen und das Kühlschiff muß eine freie, dem Luftzug zugängliche Lage haben. In metallenen Kühlschiffen geht die Abkühlung rascher von Statten als in hölzernen oder steinernen.

§. 91.

Metallene Kühlschiffe verdienen deshalb unbedingt den Vorzug und es finden namentlich die eisenblechenen vielseitig Eingang. Beim Gebrauch derselben zeigt sich eine Erscheinung, welche Manchen geängstigt hat, — die Würze bekommt eine schwärzliche Farbe, allein diese Farbe geht bei der Gährung in die Hefe und das Bier erscheint mit gewohntem Goldglanz. Der Grund dieser Erscheinung ist folgender. Die in der Würze enthaltene Milchsäure löst Etwas von dem an der Oberfläche des Eisenblechs haftenden Eisenoxyde und diese Eisenauflösung schwärzt das in der Würze schwimmende Kühlgeläger (eine Verbindung von Gerbsäure mit Eiweißstoffen) ebenso wie die Schusterbeize (Eisen in Essig gelöst) das Leder (eine Verbindung der Gerbsäure mit thierischer Haut). Drum sind es auch nur die feinsten Kühlgeläger-Partikelchen (welche in der schweren Würze noch schwimmen, in dem leichten Bier aber zu Boden sinken), die hier die Färbung hervorrufen. Allmälig bekommt das Metall einen firnißartigen Ueberzug von Würze-Extrakt und damit hat die Auflösung des Eisens ihr Ende erreicht, — die Würze wird nicht mehr geschwärzt.

Bei hölzernen Kühlschiffen achte man darauf, daß keine weichen splintigen Stellen im Holze vorhanden sind. In solche weiche Stellen dringt die Würze bis zu großer Tiefe und die Eiweißstoffe gerathen (weil sie beim Reinigen des Schiffs nicht entfernt werden) in Fäulniß.

---

*) Ich übernehme Bestellungen auf diese Apparate unter Garantie des besten Erfolges.

Solche Stellen rufen dann allerlei üble Gährungen hervor, als da sind: Buttersäure- (s. I. §§. 163 und 202), Mannit- (s. I. §. 204) und faulige Gährung (s. I. §§. 205 und 206). Solche Würzen liefern auch oft Biere, die leicht „zähe" werden.

§. 92.

Da 1 Kilogramm Eis, um 1 Liter flüssiges Wasser von 0° zu bilden, 75 Wärme-Einheiten bedarf, so könnte man der bis auf 30° abgekühlten Würze rasch über das gefährliche Stadium bis auf 22° hinweghelfen durch Einwerfen von Eis. 1000 Liter Würze von 30° würden, um auf 22° herabzukommen, 8000 Wärme-Einheiten verlieren müssen. Und da 1 Kilogramm Eis, um zu Wasser von 22° zu werden, $75 + 22 = 97$ Wärme-Einheiten aufnimmt, so würden dazu $\frac{8000}{97} = 82$ Kilogramm Eis hinreichen. Manche Praktiker wollen aber üble Erfahrungen bei der Gährung so gekühlter Würzen gemacht haben, — die Sache hat deshalb keinen Anklang gefunden. Andere Erfahrungen sprechen sich günstig aus. Es ist deshalb zu wünschen, daß darüber neue Versuche angestellt und deren Ergebnisse ohne Vorurtheil in Betracht gezogen werden.

§. 93.

Die gekochte Würze — selbst wenn sie filtrirt ist — trübt sich beim Erkalten. Die dabei ausgeschiedene Substanz kann unverändertes Glutin oder Hopfenharz sein, welches letztere nicht gelöst war und nun aus der flüssigen in die starre Form übergeht. Ob nun die eine oder andere dieser Substanzen als Aufschwemmsel figurirt, das bleibt für die Praxis ganz gleichgültig, insofern man nur die nöthige Vorsicht bei Beginn der Gährung beobachtet; wo diese trübenden Substanzen durch die Kohlensäure emporgetrieben werden, — da muß man sie abnehmen.

§. 94.

Anders verhält sich's mit dem sog. Kühlgeläger, d. h. jenem gelbgrauen Bodensatz, der eines Theils aus jenen Flocken besteht, die sich beim Bräunen der Eiweißstoffe ausscheiden, — andern Theils ist es die Verbindung der Gerbsäure des Hopfens mit Eiweißstoffen. Diese Substanzen müssen sorgfältig von der Gährung fern gehalten werden, weil sie nicht an die Decke emporgehoben werden, sondern im Biere bleiben und beim „Durchfallen" in die Unterhefe gerathen und dieselbe verunreinigen.

Das Kühlgeläger hält eine Menge Würze aufgesogen, wodurch — wenn deren Wiedergewinnung versäumt wird — ein erheblicher Verlust erwachsen kann. 1000 Kilogramm Malz geben etwa 5 Kilogramm Kühlgeläger, welche mehr als 150 Liter Würze zurückhalten. Um diesem Verlust vorzubeugen, giebt's mehrere Wege. Entweder man setzt das Kühlgeläger beim nächsten Gebräu im Maischbottich zu, — oder man bringt es auf Trubsäcke, läßt's abtropfen, preßt's aus und fügt die Würze zur übrigen, — oder man läßt die trübe Flüssigkeit für sich vergähren und vertheilt das filtrirte Bier auf die Fässer, — oder man destillirt Branntwein aus der vergohrenen Flüssigkeit.

Auch durch bloßes Anhaften der Würze an den Wandungen des Kühlschiffs wird ein erheblicher Verlust verursacht. Wird das Kühlgeläger in der Brennerei verwerthet, so kann man durch sorgsames Abspülen des Kühlschiffs diese Würze ebenfalls gewinnen und zu Gute machen.

§. 95.

Sowol beim kontinuirlichen Betrieb, als auch wenn wegen Kleinheit des Siedegeräthes die Würze in mehreren Abtheilungen mit Hopfen gekocht und auf mehrere kleine Kühlschiffe gelegt wird, ist die Herbeiführung einer gleichmäßigen Concentration der verschiedenen Würzeportionen nothwendig. Dazu bedient man sich gewöhnlich des sog. Zusammengußstocks.

Dieses Gefäß (von Holz oder Stein, rund oder viereckig) muß so groß sein, daß es die sämmtliche Würze faßt und noch etwa ⅙ Oberraum (für den entstehenden Schaum) bietet. Dahinein leitet man nun die Würze und mischt sie, wobei sich Concentrationen und Temperaturen ausgleichen. Fehlt Wasser, so setzt man es nach Maaßgabe der beabsichtigten Concentration zu.

Ein nothwendiges Geräth ist der Zusammengußstock nicht, weil man den nöthigen Wasserzusatz auch im Gährbottich bewerkstelligen kann.

§. 96.

Weil es nun lediglich dem Walten des Zufalls zuzuschreiben wäre, wenn die Würze jedesmal mit der verlangten Concentration vom Kühlschiff abflösse, so hat man stets die saccharometrische Prüfung vorzunehmen und aus der nachstehenden Tabelle zu entnehmen, wieviel Wasser noch zugesetzt werden muß. Der Gebrauch der Tabelle ist einfach.

Besitzt die **Würze** einen Gehalt von	und sie soll verdünnt werden auf																				
	9.0	9.2	9.4	9.6	9.8	10.0	10.2	10.4	10.6	10.8	11.0	11.2	11.4	11.6	11.8	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.0 Proc.
	so beträgt der erforderliche Wasserzusatz auf je 100 Liter der stärkern Würze																				
Saccharometer-Proc.	**Liter**																				
10	11.6	9.1	6.7	4.3	2.1																
11	23.2	20.4	17.8	15.2	12.8	10.5	8.2	6.1	4.0	2.0											
12	35.0	31.9	29.0	26.2	23.5	21.0	18.5	16.2	13.8	11.6	9.5	7.5	5.6	3.7	1.8						
13	46.8	43.5	40.3	37.3	34.4	31.6	28.9	26.3	23.8	21.4	19.1	16.	14.7	12.7	10.7	8.7	6.9	5.1	3.4	1.7	
14	58.7	55.2	51.7	48.5	45.3	42.3	39.4	36.6	33.9	31.3	28.8	26.4	24.0	21.9	19.7	17.6	15.6	13.6	11.7	9.9	8.1
15	70.7	66.9	63.2	59.7	56.3	53.1	50.0	47.0	44.1	41.3	38.6	36.0	33.5	31.1	28.8	26.5	24.4	22.2	20.2	18.2	16.3
16	82.8	78.8	74.8	71.1	67.4	63.9	60.6	57.4	54.3	51.4	48.7	45.7	43.0	40.4	37.9	35.5	33.1	30.9	28.7	26.6	24.6
17	95.1	90.7	86.5	82.5	78.6	74.9	71.4	67.9	64.6	61.4	58.3	55.4	52.5	49.8	47.1	44.6	42.0	39.7	37.3	35.1	32.9
18	107.4	102.8	98.3	94.0	89.9	86.0	82.2	78.5	75.0	71.6	68.3	65.2	62.2	59.3	56.4	53.7	51.0	48.6	46.0	43.6	41.4
19	119.9	114.9	110.2	105.6	101.3	97.1	93.1	89.2	85.5	81.9	78.4	75.1	72.0	68.8	65.8	62.9	60.1	57.5	54.8	52.2	49.8
20	132.4	127.2	122.2	117.3	112.7	108.3	104.1	100.0	96.1	92.3	88.6	85.1	81.8	78.4	75.3	72.3	69.2	66.4	63.6	61.0	58.3

Die erste Spalte „Saccharometer-Procente" giebt den Gehalt der Würze, welche verdünnt werden soll. Die obere Querspalte giebt die Gehalte der Würzen, welche man durch Verdünnung erzielen will. Fährt man nun von der dem Gehalt der vorhandenen Würze entsprechenden Zahl nach rechts bis unter die Zahl, welche den Gehalt der verdünnten Würze als Ueberschrift trägt, so finden wir die Wassermenge (in Litern ausgedrückt), welche zu 100 Liter jener Würze zugesetzt werden muß. Z. B. es soll eine Würze von 16 Procent auf 11.6 Procent verdünnt werden, so finden wir im zugehörigen Quadrat die Zahl 40.4, welche uns sagt, daß je 100 Liter Würze mit 40.4 Liter Wasser zu verdünnen sind.

In dieser Tabelle ist der Gehalt der concentrirten Würze nur nach ganzen Procenten angegeben. Wie aber, wenn die zu verdünnende Würze von 16.8 auf 11.6 Procent verdünnt werden soll?

Dann ermitteln wir zunächst den Unterschied der Wasserzusätze zwischen der nächst niedrigen und nächst höhern Zahl, also hier zwischen 16 und 17. Bei 16 Procent sind 40.4 Liter vorgeschrieben, bei 17 Procent aber 49.8 Liter. Der Unterschied beträgt 9.4 und vertheilt sich auf zehn Zehntelprocente, wobei auf jedes $^1/_{10}$ Procent 0.94 Liter und folglich auf 8 Zehntel $8 \times 0.94 = 7.52$ Liter kommen, die wir dem Quantum für 16procentige Würze hinzurechnen und somit $40.4 + 7.5 = 47.9$ Liter Wasserzusatz erhalten.

Vierte Abtheilung.

Die Gährungs-Verfahren.

Erster Abschnitt.

Allgemeines.

§. 1.

Betreten wir nun die stillen Räume der Gährkeller. Da liegt in Bottichen oder Fässern die Würze und ihr Geschick wird in das Leben der Hefenzelle verflochten.

Daß bei der Weingährung die Glykose der Würze zersetzt wird (s. I. S. 171 u. f.), — daß zwei verschiedene Pilze (die Unter- und Oberhefe) diese Zersetzung einleiten und unter sehr verschiedenen äußern Erscheinungen durchführen (s. I. S. 212 u. f.), — daß bei der Zersetzung einer Bierwürze neue Hefe gebildet wird (s. S. 173), — daß dabei das aufgelöste Hopfenharz ausgeschieden wird (s. I. S. 152), — daß die Bierwürze nach Maaßgabe der verschwindenden Glykose auch specifisch leichter wird und daß man durch Anwendung des Saccharometers diesen Verlauf genau kontroliren kann (s. I. S. 175 2c.) — daß bei der Hefenbildung Wärme entwickelt wird (s. I. S. 178). — — Alles das sind uns längst bekannte Dinge. Hier haben wir es nur mit der Anwendung dieser bereits erworbenen Kenntnisse auf die Technik zu thun.

Wir unterscheiden vor allen Dingen zwei Hauptstadien der Gährung. Da ist

a) die Hauptgährung, wobei wegen des größern Gehaltes der Würze an Glykose auch die Zersetzung einen größern Umfang behauptet. Die Kohlensäure-Entwickelung ist dabei höchst stürmisch, so daß die Einzelnzellen (der Unterhefe) schwebend erhalten bleiben und die zusammengewachsenen Zellen (der Oberhefe) an die Oberfläche getrieben werden. Dieser Sturm wird aber allgemach gelinder, —

die Unterhefe wird nicht mehr schwebend erhalten, sondern senkt sich zu Boden und das Bier klärt sich; damit ist es in das Stadium

b) der Nachgährung eingetreten. Die in dem klaren Biere schwimmenden Hefensporen wachsen alsbald aus und senken sich in den Lagerfässern, auf welche das Bier inzwischen gebracht wurde, ebenfalls zu Boden, wo sie das sogenannte „Faßgeläger" bilden. Für die Nachgährung spielt dies Faßgeläger eine bedeutungsvolle Rolle, indem es die Gährung so lange weiterführt, als noch Glykose vorhanden ist. Die mit dem Faßgeläger in Berührung stehenden Bierschichten werden ihrer Glykose beraubt und deshalb leichter, — sie steigen also empor und machen schwereren Bierschichten (die reicher an Glykose sind) Platz. In diesem beständigen Kreislauf des Bieres ist die Nachgährung begründet.

Während der Nachgährung durchläuft das Bier eine Reihe von Geschmacksverschiedenheiten und es ist die Aufgabe des Brauers, das Bier in demjenigen Stadium des Geschmacks zu verzapfen, welches den Zungen der Konsumenten am meisten paßt.

Daß die Nachgährung bei einer Obergährung einen etwas andern Verlauf nehmen muß als bei einer Untergährung, bedarf wol keiner Erwähnung. Wir kommen darauf specieller zurück.

§. 2.

Die zur Einleitung der Gährung nothwendige Hefe soll gut vertheilt sein und mit der Flüssigkeit innig gemengt werden, — wo sie sich freilich alsbald wieder zu Boden setzt. Um diese Vertheilung zu bewirken, befolgt man verschiedene Wege.

Gewöhnlich rührt man die Hefe mit etwas Würze (zu 1 Pfund Hefe 10 bis 15 Pfund Würze) an, gießt das Gemenge aus den Schöpfgefäßen einigemal hin und her und setzt es der Würze im Gährbottich unter Umrühren zu, — die Würze wird „gestellt".

Oder man läßt dieses Gemenge kurze Zeit an einem mäßig warmen Orte stehen; sobald die Gährung beginnt, bringt man die Masse zu der Würze im Bottich.

Oder man mengt die Hefe mit einem größern Theil der auf dem Kühlschiff noch nicht völlig erkalteten Würze (auf 1 Liter Hefe 50 Liter Würze). Das Gemenge ist während des völligen Erkaltens der übrigen Würze in volle Gährung gekommen und wird dann zur Hauptwürze gebracht.

Diese letztere Methode nennt man das „Herführen" der Hefe

oder des „Zeuges“ und bietet den Vortheil, daß — weil binnen der kurzen Zeit bereits viel Hefe neu gebildet ist — man mit der halben Menge (und noch weniger) Hefe ausreicht, um eine gleich kräftige Gährung hervorzurufen.

Welchen von diesen Wegen man betritt, das ist für den Erfolg übrigens gleichgültig; denn dabei kommen noch andere Fragen in Rücksicht. Zunächst kommt es an

§. 3.

auf die Menge der „Stellhefe“. Da die Gährung Folge ist des Verkehrs zwischen dem Inhalt der Hefenzelle und der Würze draußen, und da dieser Verkehr durch die Wandungen der Zelle stattfindet: so muß derselbe auch an Umfang gewinnen, je mehr Wandungen zu Gebote stehen; d. h. die Gährung muß um so rascher verlaufen, je mehr Hefe von Haus aus der Würze zugesetzt war.

Wenn also die Frage aufgeworfen wird: wieviel Stellhefe soll der Würze gegeben werden? dann drängt sich die Vorfrage auf: Ist ein rascher oder langsamer Verlauf der Gährung wünschenswerth?

Der Brauer kann ein Schenkbier von hohem Vergährungsgrad wünschen, welches wegen des raschen Konsums keine Haltbarkeit auf dem Lager zu besitzen braucht. Solche Biere verlangen eine größere Menge Stellhefe, die man der kräftigern Wirkung wegen auch „herführt“ (s. den vorhergehenden §.).

Soll aber das Bier eine große Haltbarkeit auf dem Lager bewähren, so muß der Vergährungsgrad gering sein, d. h. es muß noch ein reichlicher Vorrath von Glykose vorhanden sein, welcher die Nachgährung fortspinnen kann. Zu dem Ende muß die Würze mit wenig Hefe gestellt werden.

Diese Verhältnisse machen sich insbesondere bei der Untergährung geltend, während bei der Obergährung noch andere Verhältnisse eine gleich große Macht entfalten, wie wir weiter unten sehen werden.

Je nachdem nun das eine oder andere Ziel aufgesteckt ist, wird auch, unter Berücksichtigung der übrigen Umstände, das Hefenquantum geändert werden, worüber erst später das Nähere.

Unter diesen „übrigen Umständen“ spielt

§. 4.

die Temperatur der mit Hefe versetzten Würze sowie die des Gährkellers eine Hauptrolle.

Der Leser wolle sich erinnern, daß die Menge Kohlensäure, welche von der gährenden Würze aufgelöst und zurückgehalten werden kann, abhängig ist von der Temperatur derselben (s. I. §. 61), — je niedriger die Temperatur, um so mehr Kohlensäure wird beim Beginn der Gährung gelöst. Ist nun aber die Würze nicht sehr kühl, so kann sie selbst im Anfang der Gährung keine Kohlensäure auflösen und es macht sich deshalb auch gleich die emportreibende Wirkung des Kohlensäurestromes auf die Hefe geltend.

Die Wirkung besteht darin, daß (s. I. §. 232) die Unterhefe vom Boden aufgerührt und schwebend erhalten, die Oberhefe (wegen der zusammengewachsenen Zellen) aber an die Oberfläche getrieben wird. Die Unterhefe wird also unter diesen Verhältnissen mit der Würze in den innigsten Verkehr gebracht, während die Oberhefe aus dem Bereich der Würze entfernt wird; die Unterhefe liefert deshalb ein Bier mit hohem, die Oberhefe eins mit niedrigem Vergährungsgrad.

Erniedrigt man die Temperatur der zu stellenden Würze, so ist der Erfolg ein ganz anderer. Die Unterhefe setzt sich dabei fester an den Boden, von wo der Kohlensäure-Strom sie kaum heben kann, und die Flüssigkeit klärt sich schon bei einem noch reichlichen Vorrath von Glykose. Oberhefe sinkt leicht in die Würze zurück, wenn man solche lebhaft umrührt, um die Kohlensäure zu verjagen; — freilich muß diese Operation öfters wiederholt werden. — Unterhefe liefert also unter diesen Verhältnissen ein Bier mit einem geringen Vergährungsgrad, und bei Oberhefe kann durch Einrühren der Vergährungsgrad gesteigert werden.

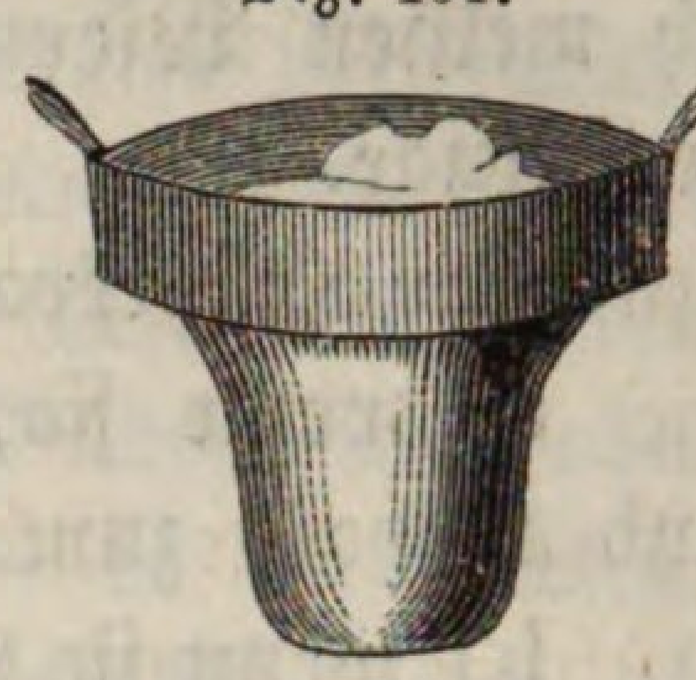
§. 5.

Kann man die Temperatur der gährenden Würze rasch so weit erniedrigen, daß alle der Hefe anhaftenden Kohlensäure-Bläschen von der Würze aufgelöst werden, so sinkt alle Hefe (auch die Oberhefe) zu Boden und das Bier wird klar.

Wo man die Gährkeller nicht gut kühl erhalten kann, hat man deshalb zu einer Erniedrigung der Temperatur der Würze die Zuflucht genommen. Man bedient sich dazu entweder eines Schlangenrohrs, welches im Gährbottich befindlich ist und kaltes (schließlich

durch Eis gekühltes) Wasser unten eintreten und oben abfließen läßt. Oder man benutzt die sogenannten Eisschwimmer, — weißblechene Gefäße (wie in Fig. 104), die man mit Eis füllt und auf der gährenden Würze schwimmen läßt, bis die Temperatur genügend herabgedrückt ist.

Fig. 104.



Und da auch die Menge der Stellhefe auf eine Beschleunigung der Gährung hinwirkt, so muß man bei vorherrschend hoher Temperatur des Gährkellers die Menge der Stellhefe vermindern. Praktische Anhaltspunkte s. weiter unten.

§. 6.

Ein dritter Faktor, der auf den mehr oder minder raschen Verlauf der Gährung seinen Einfluß übt, ist die Concentration der Würze.

Erinnern wir uns aus §. 222 des I. Theils, daß die Arbeit der Hefenzelle unterhalten wird durch die Strömung der Würze in die Zelle und die Strömung der Gährungsprodukte in die Würze. Je größer der Unterschied im specifischen Gewichte des Zellinhaltes und der Würze ist, um so rascher findet die Strömung Statt und um so früher ist die Hauptgährung beendigt. Und umgekehrt, je geringer der erwähnte Unterschied, um so langsamer schreitet die Gährung voran. Wäre die Würze ebenso dicht, wie der Zellinhalt (z. B. ein Malzsyrup), so tritt gar keine Gährung ein.

Folge dieses Gesetzes ist denn auch die bekannte Thatsache, daß unter sonst gleichen Umständen die gehaltreichsten Würzen am langsamsten vergähren.

§. 7.

Endlich auch räumt man in der Praxis dem Gesundheitszustande der Hefe einen großen Einfluß auf den Gährungsverlauf ein. Die meisten Brauer sind der Ansicht, daß durch gewisse Einflüsse, die man allerdings noch nicht enträthselt hat, der Lebenskraft der Hefe ein gewaltiger Stoß versetzt wird. Zu Anfang soll man den eingerissenen Schwächezustand durch gewisse Arzeneien wieder heben können, das „Stärken der Hefe“; — später aber bleibt nichts Anderes übrig, als sie ihrem Schicksal zu überlassen und zu

frischer thatkräftiger Hefe aus einer andern Brauerei zu greifen, das „Wechseln der Hefe".

Der Glaube an diese Wandelungen ist so fest eingewurzelt, daß ich meinen Widerspruch so ziemlich ohne Hoffnung auf Anerkennung vorbringe.

Die Gährkraft einer Hefe kann abnehmen,

a) wenn sie, ohne von Bier bedeckt zu sein, einige Zeit steht und deshalb zum Theil in Fäulniß übergeht; —

b) wenn sie während der Aufbewahrung zu oft mit neuen Mengen reinen Wassers in Berührung bleibt und dadurch der löslichen Eiweißstoffe zum Theil beraubt wird (s. I. §. 154);

c) wenn sie mit Hopfenharz zu sehr überschmiert ist (s. I. §. 236), was die Endosmose stört, — und

d) wenn sie mit viel Glutin oder Kühlgeläger gemischt ist, was aber nur scheinbar die Gährkraft vermindert, — die Hefenzelle selbst bleibt dabei vollkommen gesund.

§. 8.

Die Abhülfe wird je nach den verschiedenen Krankheitsformen auch verschieden sein müssen.

Bei a) ist nichts mehr zu wollen, — der Patient wird kurzer Hand begraben.

Bei b) sind allerdings die Zellen zum Theil ihres Inhalts beraubt und erscheinen deshalb unter dem Mikroskop platter. Aber diese Schwindsucht ist nicht erblich; die jungen Hefenzellen, welche in Bierwürze aufwachsen, werden ganz gesund. Solch kranke Hefe bringt man in Bierwürze und zapft die Würze mit dem Beginn der Gährung von der am Boden liegenden kranken Hefe ab, — die Würze wimmelt von jungen, kräftigen Hefenzellen, die beim Uebertragen in die Hauptwürze die verlangte Gährung anzetteln. Diese Kur ist übrigens bei Oberhefe schwieriger als bei Unterhefe, weil da auch die schwindsüchtigen Zellen schwebend bleiben, — die Kur muß deshalb wiederholt werden.

Bei c) werden die gewöhnlichen Hefen-Stärkungsmittel angewendet, welche sämmtlich auf Lösung des Harzes hinarbeiten, — als da sind: Branntwein, Arak, Hopfenöl. Alle diese Mittel erreichen aber den Zweck nicht vollkommen. Am besten ist eine solche Hefe mit ungehopfter, aber klar gekochter und gekühlter Würze vergähren zu lassen, — man erhält dabei (durch Auflösung des Harzes) ein

wohlgehopftes Bier. Man thut wohl, diesen Weg von Zeit zu Zeit einzuschlagen, um die Hefe gesund zu erhalten, — es ist das ungefähr eben so wie die „Hautpflege" beim menschlichen Körper.

Bei d) hat man — je nachdem Unter- oder Oberhefe verarbeitet wird — zwei verschiedene Wege einzuschlagen. In beiden Fällen stellt man diese an sich gesunde Hefe mit Würze und läßt die ersten Symptome der Gährung zum Vorschein kommen. Bildet sich dabei eine schleimige Decke, so wird sie abgenommen, — es ist Glutin. Erscheint dann Oberhefe, so nimmt man sie ebenfalls gleich ab und setzt sie zur Vermehrung in frische Würze. Bei Unterhefe aber wird beim Beginn der Gährung die ganze Würze vom Bodensatz, in welchem das Kühlgeläger noch steckt, abgezapft und der Gährung überlassen, wonach auch die Unterhefe wieder rein ist.

§. 9.

Der Verlauf der Gährung wird nun entweder in offenen Bottichen oder in Fässern bewirkt.

Man kann beide Gährungen — Ober- oder Untergährung — in Fässern oder Bottichen geschehen lassen. Es ist indessen beim Bier gebräuchlich geworden, die Untergährung nur in Bottichen verlaufen zu lassen*).

In Erwägung aber, daß das Bier ein Getränk ist, welches bereits vor Vollendung der Gährung sich in voller Klarheit präsentiren muß, weil es nur in diesem Stadium getrunken wird, — daß man stets auf eine Verschleppung des Schlusses der Nachgährung Bedacht nehmen muß, um es trinkbar zu erhalten, — daß aber zur Erreichung dieses Zieles gewisse Vorsichtsmaßregeln bei der Hauptgährung nothwendig sind, die sich nur in Bottichen leicht ausführen lassen, — in Erwägung alles Dessen sollte man jede Hauptgährung der Bierwürze nur in Bottichen vornehmen. Betrachten wir also zunächst auch die Bottiche nach Material, Größe und Einrichtung.

Unsere Gährbottiche, aus gesundem dichten Holz (Eichen-, Kiefern-, Tannenholz), sind rund oder viereckig zusammengesetzt. Ein runder Körper bietet bei gleichem Inhalt weniger Oberfläche als ein eckiger; — die in runden Bottichen gährende Würze ist deshalb dem Einfluß des Temperaturwechsels weniger unterworfen. Und wenn man auch das

*) Beim Wein findet auch die Untergährung in Fässern Statt.

Gährlokal so herrichten soll, daß es vor Temperaturwechseln möglichst geschützt sein soll, so ist das doch nicht überall durchzusetzen und man muß deshalb um so sorgfältiger allen abkühlenden Einwirkungen vorbeugen. Dabei spricht auch

die Größe der Gährbottiche ein Wort mit. Die Steigerung des Inhalts geht in weit größerm Verhältniß vor sich als die Zunahme der Oberfläche. Vergleichen wir z. B. zwei Bottiche A von 1.5 Meter Höhe und 1.25 Meter Durchmesser, — B von 2 Meter Höhe und 2 Meter Durchmesser. Der Leser wird sich leicht berechnen können, daß bei A der Inhalt 1.84 Kubik-Meter und die abkühlenden Flächen (einschließlich Boden- und Oberfläche) 8.34 □ Meter betragen. Der Bottich B bietet 6.28 Kubik-Meter Inhalt und 18.84 □ Meter Abkühlungsfläche. Der Inhalt von A verhält sich also zum Inhalt von B wie 1 zu 3.4, während sich die Abkühlungsflächen nur wie 1 zu 2.25 verhalten. — Ist also das Gährlokal nun einmal unabweislichen Temperaturschwankungen ausgesetzt, so wähle man die Bottiche lieber größer als kleiner. Unter gewöhnlichen Verhältnissen nimmt man sie zu 20 bis 40 Hektoliter Inhalt.

Man hat auch außerdem noch auf das Verhältniß des Durchmessers zur Höhe Werth gelegt und den Satz aufgestellt, daß der Durchmesser der Gährbottiche derselben gleichkommen soll. Lasse man sich aber durch solche Annahmen nicht irre machen und folge lieber den Verhältnissen, welche durch die Baulichkeiten und das Gährverfahren vorgeschrieben sind. In letzterer Beziehung z. B. wird man bei der Obergährung darauf Bedacht nehmen müssen, daß man die Oberfläche bequem bestreichen kann, um die Hefe abzunehmen, wenn man nicht im geschlossenen Bottich mit Hefenfang arbeiten will (s. S. 328). — Auch bei der Untergährung ist diese Rücksicht zu nehmen, um die erste unreine und schleimige Decke vollständig entfernen zu können (s. S. 320).

Daß die neuen Bottiche sorgfältig gebrüht werden müssen, bedarf wol kaum der Erwähnung. Am besten aber ist's, dieselben (besonders bei Nadelholz) zu dämpfen; das Dampfrohr wird beim Zapfloch eingeführt und der Bottich oben fest verschlossen. Das Dämpfen wird so lange fortgesetzt, bis die abziehenden Dämpfe geruchlos sind.

§. 10.

Ein besonderer Paragraph soll noch einschärfen die

strengste Aufrechterhaltung des obersten Gebotes, — der Reinlichkeit.

Die Gährbottiche sollen nach jeder Entleerung gesäubert werden von aller anhängenden Hefe, weil solche gar leicht in Fäulniß übergeht; — bei Bottichen, die nach meinem Verfahren präparirt worden sind (s. Bierbrauer 1861 S. 145), ist diese Arbeit leicht und mit Sicherheit durchzuführen.

Ebenso soll der Boden des Gährkellers abschüssig geführt, mit wasserdichten Platten (Cementsteinen) belegt oder mit Cement übergossen sein, damit er jederzeit von Wasser überflutet werden kann zur Reinigung von seinen Sünden.

§. 11.

Und weil in einem solchen Keller sich ansammeln kann die giftige Kohlensäure, welche ersticken kann des Menschen Lebenslicht, — und weil sich der Schimmel einnisten wird und verbreiten seinen widerwärtigen Duft in den Gährräumen, — deshalb soll auch der kühlen atmosphärischen Luft gestattet sein ein ungehinderter oder zeitweiliger Zutritt.

Für diese Ventilation des Gährkellers ist es aber nicht einerlei, ob darin Unter- oder Obergährungen geführt werden. Die Untergährung erfordert eine viel niedrigere Temperatur des Gährkellers, als die Obergährung, — 7 bis 8^0 sind am zweckmäßigsten. Will man also einen solchen Untergähr-Keller mit frischer Luft versehen, so sorge man dafür, daß dieselbe zuvor durch Eismassen streichen kann, um vollständigst abgekühlt zu werden.

§. 12.

Die äußeren Erscheinungen bei der Biergährung gestalten sich verschieden je nach den chemischen Vorgängen im Innern. Allein es wirken auch noch andere Einflüsse mit, die wir nicht abwehren können und die — ohne Einfluß auf den Verlauf des Gährungsprocesses — dennoch die äußern Erscheinungen sehr verschieden gestalten. Es sind das die Schwankungen im Druck der atmosphärischen Luft, welche uns das Barometer anzeigt. Uebersieht man diese Einwirkungen, so wird man durch jede außergewöhnliche Physiognomie der Decke der gährenden Würze geängstigt und so schafft man sich selbst das Gespenst von einem unregelmäßigen Gährungsverlauf und dessen möglichen gefährlichen Folgen. Es ist sicher, daß die **äußeren** Erscheinungen bei der Gährung von

der ungeheuren Mehrzahl der Brauer bedeutend überschätzt werden. Ueber den eigentlichen Gährungsverlauf — d. h. über die fortschreitende Zersetzung der Glykose — giebt uns lediglich das Saccharometer Aufschluß, wenn seine Anwendung in gleichen Zeitintervallen geschieht.

Indessen will ich doch die äußern Erscheinungen nach ihrem gewöhnlichen Auftreten hier beschreiben und den Zusammenhang mit den chemischen Vorgängen nachweisen, weil dadurch das Verständniß „abnormer Gährungs-Erscheinungen" sehr erleichtert wird.

§. 13.

Die Hefe, welche zu einer Würze gebracht wurde, setzt sich alsbald zu Boden. Von da aus beginnt die Zersetzung der Glykose. Die entwickelte Kohlensäure wird von der Würze aufgelöst (absorbirt) nach Maßgabe der Temperatur, — je niedriger die Temperatur ist, um so mehr Kohlensäure wird aufgelöst. In diesem Stadium findet anscheinend noch vollkommne Ruhe Statt, — und doch kann man sich von der begonnenen Gährung überzeugen durch Schütteln oder Erwärmen der Würze, wobei Kohlensäure entweicht.

Kann die Würze keine Kohlensäure mehr aufnehmen, so steigen die Luftbläschen an die Oberfläche empor und bilden dort eine rahmartige Decke, — das sog. „Ueberweißen".

Die Kohlensäurebläschen nehmen auch die in der Würze schwimmenden Trübungen ins Schlepptau, hängen sich an sie und führen sie an die Oberfläche. Auf diese Weise wird z. B. das noch unveränderte Glutin der ungekochten Würzen (wie beim „Berliner Weißbier") an die Oberfläche getrieben und bildet da eine schleimige Decke. Alle Substanzen, welche in dieser Periode auf der Oberfläche anlangen, müssen sorgfältig abgenommen werden, — eine Procedur, welche bei recht kühl geführten Untergährungen ein paar Mal wiederholt werden kann.

§. 14.

Außer dieser mechanischen Wirkung übt die entwickelte Kohlensäure aber auch noch eine chemische. Sie zersetzt nämlich die Verbindung des Hopfenharzes mit der Glykose und scheidet eine Menge Hopfenharz aus, — abgesehen von jener Harzausscheidung, welche unausgesetzt während des Gährungsprocesses erfolgt wegen Zersetzung der Glykose. Dieses Hopfenharz wird ebenfalls an die Oberfläche getrieben und verleiht dem Schaume einen sehr bittern Geschmack

und eine gewisse Klebrigkeit, wodurch derselbe beim Fortschieben ein gekräuseltes Ansehen bekommt und „Kräusen" genannt wird. Solcher Schaum hat Anfangs eine weiße Farbe (wegen großer Vertheilung des Harzes), — beim Zusammenfallen setzen sich die Harzpartikel fester aneinander und der Schaum wird gelblich bis bräunlich.

Je mehr Hopfenharz in der Würze enthalten war, um so früher tritt die Kräusenbildung ein. Mit der Zunahme der Kohlensäure-Entwicklung nimmt auch die Ausscheidung des Harzes mehr überhand und die Kräusen werden immer höher und endlich ganz zackig. Diese allmälige Anschwellung der Kräusen bezeichnen die Brauer wie folgt: „in Kräusen kommen", „in Kräusen gehen", „in Kräusen stehen", — letzteres ist das höchste Stadium, wo der Schaum wegen des beginnenden Zurückfallens die zackige Form bekommt.

Bei der Obergährung muß diese Hopfenharz-Ausscheidung vor dem Erscheinen der Hefe sehr sorgfältig abgenommen werden, weil sie sich sonst der Hefe beimengen und sie bitter machen würde.

Bei der Untergährung dagegen überläßt man die Kräusen vollständig ihrem Schicksal, — sie fallen zusammen (das „Zurückfallen") und das Hopfenharz schwimmt in braunen Massen auf der Oberfläche der Flüssigkeit, welche sich nunmehr zu klären beginnt. Sorgsame Brauer nehmen indessen auch bei der Untergährung diese letzte Decke ab, weil die Klärung des Bieres dadurch gefördert wird.

§. 15.

Der Leser wird sich erinnern, welcher Umsturz in der bestehenden Ordnung der organischen Körper durch den Zutritt des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft angezettelt werden kann. Hüten wir uns, daß solche Revolutionen nicht in unsern Gährbottichen entstehen. Allerdings liegt die gährende Würze unter der schützenden Decke der Kohlensäure (s. I. §. 63). Allein dieselbe reicht nur bis zum Rande des Bottichs; und wenn der Bottich sehr hoch mit Würze gefüllt war, so kommt es vor, daß — namentlich in der Mitte — die Kräusen sich bis über das Niveau des Bottichrandes erheben und also in die Luft hineinragen. Diese hochgehenden Kräusen bilden dann den Kanal, durch welchen der atmosphärische Sauerstoff seinen Einfluß auf die gährende Würze übt. Deshalb

soll man den Bottich nie zu sehr anfüllen. Bei der

Obergährung muß $1/4$, bei der Untergährung etwa $1/5$ des Würze-Inhalts „Steigraum" frei bleiben.

Ist aber der Bottich einmal zu sehr gefüllt, so versäume man ja nicht, die zu hoch gehenden Kräusen abzukippen.

§. 16.

So zeigen sich die Gährungs-Erscheinungen im Bottich. Im Faß, worin man die Obergährung (in Deutschland und Holland) meistens verlaufen läßt, beobachtet man die verschiedenen Stadien, indem man das Faß mit dem Spundloch etwas nach der Seite neigt, so daß die mit der Kohlensäure emporgetriebenen Substanzen (Unreinigkeiten, Hopfenharz, Hefe) durch das Spundloch hinausgestoßen werden. Dadurch ist man denn auch im Stande, die zuerst zum Vorschein kommenden bittern Theile in einer untergesetzten Wanne für sich aufzufangen und zu beseitigen, ehedenn die reinere Hefe zu Tage kommt.

§. 17.

Unter den außergewöhnlichen Gährungserscheinungen ist die am häufigsten vorkommende

das Rasten der Gährung.

Diese Erscheinung besteht darin, daß nach Vollendung der massenhaften Harz-Ausscheidung ein Stillstand in der Schaumbildung eintritt, — bei der Faßgährung läßt sich diese Unterbrechung am leichtesten beobachten.

Als Ursachen derselben sind angegeben: 1) Die Anwendung von zu wenig*) oder minder kräftiger Stellhefe; — 2) eine zu niedrige Gährungstemperatur; — 3) Abkühlung der Würze während des Gährungsverlaufs; — 4) eine minder gährungsfähige Würze, aus braunem Malz erzeugt; — 5) wenn das Malz zu lange Keime getrieben hat; — und 6) die Mitanwendung von rohem Getreide.

Von allen diesen Veranlassungen kann ich nicht eine einzige gelten lassen, weil keine derselben das plötzliche Unterbrechen der Gährung erklärt. Ich kann mir nur zwei Ursachen des Rastens der Gährung denken.

Die eine beruht in der Ausscheidung des Hopfenharzes. Daß das ausgeschiedene klebrige Hopfenharz bei seiner Ausscheidung die Hefenzellen inwendig und auswendig überfirnißt, wurde bereits im

---

*) Dieser Grund könnte gelten, wenn man nicht möglichst wenig Stellhefe verwenden sollte.

§. 235 des ersten Theils erwähnt. Daß dabei die Gährkraft der Hefe ins Stocken geräth (wegen gehinderter Endosmose), steht im §. 236. Ist aber in Folge der Gährung und der lebhaften Kohlensäure-Strömung ein großer Theil des Hopfenharzes ausgeschieden und hat sich an die Hefenzellen angesetzt, so kann die nunmehr emporwachsende Hefenjugend in einer harzfreien Würze zur vollen Arbeitskraft ausreifen, ohne von neuen Harzüberzügen erklecklich gestört zu werden. Während des Zeitraums von diesem Einschlafen der alten Hefengeneration bis zum Heranwachsen der jugendlichen Zellen rastet die Gährung. Für diese Erläuterung sprechen folgende Thatsachen; — das Rasten findet häufig Statt bei starkgehopften Würzen (s. Bierbr. 1860, S. 172), — es tritt fast immer erst ein am Schluß der Ausscheidung des Hopfenharzes (vor dem Hefentrieb), was sich namentlich bei der Obergährung in Fässern am deutlichsten zeigt, — die wieder begonnene Gährung verläuft später ohne Hinderniß bis zum erwünschten Ende*), — bei schwach gehopften Würzen aber ist das Rasten der Gährung überhaupt ein seltener Gast. Und wenn's da vorkommt,

§. 18.

so hat's seinen Grund in den Schwankungen des Luftdrucks, wie im §. 71 des ersten Theils bereits erläutert wurde. Auch in diesem Falle verläuft die Gährung ruhig zu Ende, nachdem die Würze wieder ihren vollen Kohlensäure-Gehalt erhalten hat. Abermals also hat man das Rasten der Gährung nicht zu fürchten.

Wollte man aber wissen (was am Ende gleichgültig wäre), was denn eigentlich in einem gegebenen Falle die Ursache des Rastens gewesen sei, so merke man, daß bei einem Rasten der Gährung in Folge des gesunkenen Luftdrucks vorher die Gas-Entwickelung sehr lebhaft wird, weil die Kohlensäure massenhafter entweichen muß (s. §. 71 des ersten Theils). Bei einem Rasten der Gährung in Folge der Einwirkung des Hopfenharzes findet dieser vorhergehende Sturm nicht Statt und das Rasten tritt allmälig ein.

---

*) Dies könnte gar nicht möglich sein, wenn irgend einer der obigen Aushülfsgründe stichhaltig wäre.

§. 19.

Die andere auffallende, aber seltenere Gährungserscheinung ist die Blasengährung.

Die Akten über diese Gährung sind noch nicht spruchreif, — ich verweise auf Bierbr. 1860, S. 13, — 1862, S. 110 und 187.

Die Erscheinungen von einzelnen, oft mehr als faustgroßen Blasen (gleich Seifenblasen) mitten zwischen den Kräusen, — das ist diese merkwürdige Gährung.

Sie zeigt sich bei Anwendung von Hefe verschiedenen Ursprungs. Das Bier wird schließlich rein von Geschmack, aber „es ist nicht haltbar, säuert leicht", sagt man.

Nach mündlichen Berichten kam diese Gährung sogar bei derselben Würze, die auf zwei Bottiche vertheilt war, neben der normalen Kräusengährung vor (s. Bierbr. 1862, S. 110). Also müßte die Zusammensetzung der Würze, namentlich ihr Harzgehalt (der doch die Ursache der Kräusen ist) ohne Einfluß darauf sein.

Ueber die Ursachen dieser Erscheinung herrscht noch die vollkommenste Unklarheit. Die Einen schoben in bequemer Weise Alles der „Elektricität" zu. Dagegen trat der Engländer Pitt auf und erklärte den zu hohen Stand der Würzen in den Bottichen für den Grund, — er beobachtete bei 26 Zoll Höhe der gährenden Würze Blasengährung, bei 16 Zoll Höhe keine Blasengährung und schiebt die Sache auf eine Ansammlung der Kohlensäure rings an den Wänden (s. Bierbr. 1862, S. 111). Ich habe Würzen bis zu 2 Meter Höhe vergähren lassen, ohne jemals diese Erscheinung zu beobachten.

Wieder anderer Meinung ist ein Korrespondent in Steyermark (s. Bierbr. 1862, S. 187). Er will den Grund in zu hoher Gährungstemperatur finden, sie soll niemals über 7½° steigen. Dagegen muß ich berichten, daß ich lange Zeit hindurch Gährungen nicht unter 10½° beobachtete, ohne jemals Blasen zu haben.

Somit soll der Leser in Bezug hierauf zu fernerem Forschen angehalten werden und zwar — bezüglich der Menge der Stellhefe. Warum? — Das Hopfenharz vermittelt die Kräusenbildung, eine ungehopfte Würze vergährt mit Blasen, — die Beseitigung des frei schwimmenden Hopfenharzes wird der Kräusenbildung Abbruch thun und der Blasengährung Vorschub leisten, — eine große Menge Stellhefe vermag die Würze von dem frei schwimmenden

Hopfenharz zu reinigen, aber dadurch wird der Vergährungsgrad gesteigert und die Biere mit Blasengährung würden dann „leicht säuern."

§. 20.

Aus §. 191 des ersten Theiles ist uns erinnerlich, daß die gährende Bierwürze — je nach der voranschreitenden Zersetzung der Glykose — eine Verminderung des specifischen Gewichts erleidet, sie zeigt immer weniger Saccharometergrade. Und dieses Dünnerwerden der Würze nennt man die „Attenuation."

Somit liefert uns also auch das Saccharometer die Handhabe zur Kontrole des Verlaufs der Hauptgährung. Ein Beispiel der verschiedenen Attenuation gleicher Würzen, welche mit verschiedenen Hefenmengen gestellt waren, steht im §. 196.

Diese Kontrole ist für die Beurtheilung der Lebensfähigkeit des Bieres von ungemeiner Wichtigkeit. Denn ein Bier wird sich unter übrigens gleichen Umständen um so länger auf dem Lager erhalten, je geringer die Attenuation bei der Hauptgährung war und je hefenfreier es auf das Lagerfaß kommt.

Und ferner: ein Bier wird um so schneller dem Konsum zugänglich gemacht, je größer die Attenuation war und mit je mehr Hefentheilen es auf das Faß gebracht (oder, wie man sagt, je „grüner es gefaßt") wird.

§. 21.

Wollen wir die stattgefundene Attenuation messen, so gelangen wir zu dem „Vergährungsgrad". Man hat die bei einer Würze von bestimmtem Procentgehalt durch die Gährung verschwundenen Saccharometerprocente ermittelt und bezieht solche nun auf 100 Theile des Würze-Extraktes. Z. B. eine Würze von 12 Procent attenuirt bei der Hauptgährung bis auf 3.8 Saccharometergrade, — es verschwanden also $12 - 3.8 = 8.2$ Grade oder von 12 Extrakt verschwanden scheinbar (s. weiter unten) 8.2 Extrakt, wieviel dann vom Hundert? — $\frac{8.2 \times 100}{12} = 68.3$. Diese Zahl ist der „scheinbare" Vergährungsgrad der Würze*).

---

*) Anstatt den Vergährungsgrad auf hundert Theile Extrakt zu beziehen, berechnet ihn Balling auf einen Theil Extrakt und dann ist die Zahl in obigem Falle = 0.683. Ich habe mir diese Aenderung deshalb erlaubt, weil für die meisten Leute diese ganze Zahl faßlicher ist als der reine Bruch.

Warum denn aber zeigt diese Zahl nur scheinbar die verschwundenen Procente der Gesammtmasse des Extraktes an? — Weil die durch die Gährung entstandene Alkohol-Verbindung leichter ist als Wasser, — die Differenz wird also dadurch größer als durch bloßes Verschwinden der Glykose. Die wahre Attenuation würden wir erhalten, wenn wir den Alkohol durch Kochen verjagen, den Rest durch Zusatz von Wasser auf das ursprüngliche Gewicht bringen, das Saccharometer einsenken und die jetzt gefundenen Grade von der ursprünglichen Concentration subtrahiren. Dieser Weg ist aber zu weitläufig und für die Praxis ist der scheinbare Vergährungsgrad eben so viel werth wie der wirkliche, weil er ja zu dem letztern in genauem Verhältniß stehen muß.

§. 22.

Die Ermittelung der Attenuation einer gährenden Würze in Zwischenräumen von 12 oder längstens 24 Stunden gewährt uns folgende Anhaltspunkte für die Praxis.

1) Bei regelmäßigem Gährungsverlauf nehmen die Differenzen ganz gleichmäßig zu und ab, wie auf S. 179. Tritt nicht alsbald nach Ueberschreitung der höchsten Differenz eine rasche Abnahme der Differenzen ein, so ist ein Fehler vorgefallen und man kann sich auf Schwierigkeiten in der Behandlung des betreffenden Bieres gefaßt machen.

2) Hat das Bier bereits den Vergährungsgrad erreicht, mit welchem es gewöhnlich hefenfrei auf's Faß gezogen wird, und ist noch sehr hefentrübe, so müssen Kühlschlangen oder Eisschwimmer in Thätigkeit gebracht werden, um die Gährung in ihrem Fortschreiten zu hemmen und die Hefe zum Absetzen zu bringen.

3) Biere, welche mit einem hohen Vergährungsgrad „gefaßt" werden, müssen unter strenger polizeilicher Aufsicht bleiben, damit man sie zur richtigen Zeit vor Schaden bewahren kann.

4) Tritt in der stetigen Abnahme der Saccharometergrade ein Stocken ein, so ist die Mannitgährung (s. I. §. 204) auf dem Wege und man hat für schleunige Verwerthung des Produkts zu sorgen.

Auf die saccharometrische Kontrole im Lagerkeller kommen wir erst im folgenden Theile zurück.

§. 23.

Auf die Frage: „Wann kann die Hauptgährung als beendigt angesehen und zum Fassen des Bieres geschritten werden?" giebt

uns im Allgemeinen nur das Saccharometer Aufschluß. Wol ist es richtig, daß man bei einer Untergährung mit der Klärung des Bieres, d. h. mit der vollständigen Ausscheidung der Hefe am Boden, den Augenblick gekommen glaubt, um das Bier fassen zu können. Anders aber ist's bei einer Obergährung im Bottich, wo die emporgetriebene Oberhefe aus dem Bereiche der gährungsfähigen Würze entfernt und deshalb nur ein mangelhafter Vergährungsgrad erreicht wird. Die nachstehende Vergleichung der Vergährungsgrade bei Unter- und Obergährung entnehme ich Balling's Werke, Bd. II. S. 226. Es zeigten nämlich

bei	Malzwürzen von	am Schlusse der Hauptgährung	also einen Vergährungsgrad =
	Saccharometer-Procente:		
Obergährung	12	5.1	57.5
„	16	6.8	57.5
Untergährung	13.9	4.0	71.2
„	16.4	4.3	73.7

Wollte man also bei einer Obergährung nach Ausscheidung der Hefe ein abgegohrenes Bier erwarten, welches dem Konsum bald übergeben werden kann, so würde man sich sehr verrechnen. Der Vergährungsgrad würde viel zu niedrig sein, um den Zungen der Konsumenten angenehm zu erscheinen. Was ist dann zu thun? — Die bei der Bottichgährung emporgeworfene Hefe muß so oft wieder unter die gährende Würze gerührt werden, bis das Saccharometer eine genügende Attenuation nachweist.

§. 24.

Man spricht viel von Substanzen, welche die Gährung hemmen, verzögern oder schwächen. Es war davon bereits im §. 241 des I. Theils die Rede.

Die schweflige Säure bietet das einzige Mittel, welches der Praxis nützen kann und zwar doch erst wieder in der Kellerwirthschaft, zur Verzögerung der Nachgährung. Alle andern Substanzen — die ätherischen Oele von Senf, Meerrettig bis zu den Gewürznelken — sind nicht zu empfehlen, weil sie den Geschmack des Bieres auf unangenehme Weise ändern.

Man zählt auch das stark gedarrte Malz zu den Mitteln, welche die Gährung schwächen sollen. Die Sache muß von mehreren

Seiten beleuchtet werden. Versteht man unter starkem Darren nur eine Bräunung des Malzes, ohne daß gleichzeitig ein bitterer Geschmack auftritt, so muß daran erinnert werden, daß diese wesentlich aus einer Umwandlung des Elastins entspringt und daß deshalb mehr Eiweißstoffe in die Würze gelangen, — der Würze-Extrakt ist deshalb ärmer an Glykose und die Gährung muß früher zu Ende gehen. Ist aber bei noch höherer Temperatur Röstbitter (s. I. §. 136) entstanden, so wirkt dieses, wie es scheint, allerdings auch als die Gährung hemmend, — zugleich aber bedenke man, daß es 1) auf Kosten der Kohlenhydrate gebildet wird und 2) daß seiner Entstehung in der Regel auch die Auflöslichmachung des Elastins vorausgeht.

§. 25.

Auf der andern Seite soll es Substanzen geben, welche die Gährung zu steigern, zu beschleunigen vermögen. Unter ihnen steht obenan das Malzmehl. Bier, welches zur Ruhe gekommen ist, soll durch Zusatz von Malzmehl in neue Bewegung gerathen und der Vergährungsgrad gesteigert werden. Dieser Erfolg tritt auch in der That ein bei Untergährung, nicht aber bei Obergährung (s. Bierbrauer 1860 S. 85). Der Grund ist kein anderer als die Vermehrung der Gasentwickelung; kohlensäurehaltige Flüssigkeiten entlassen bekanntlich eine Menge Kohlensäure, wenn sie mit festen Körpern in Berührung kommen (so wie z. B. Selterswasser und Zucker). Setzt man einem untergährigen Jungbier, welches sich bereits geklärt hat, etwas Kartoffelstärkemehl hinzu, so beginnt die Gasentwickelung von Neuem, die Unterhefe kommt wieder in lebhaftern Verkehr mit der Flüssigkeit und der Vergährungsgrad wird gesteigert. Ebenso ist's mit Malzmehl, — es sind nicht auflösliche Malztheile, welche diesen Erfolg hervorrufen, sondern lediglich die Stärkemehlkügelchen, welche gleich der Kartoffelstärke wirken.

Ebenso wird die Mitverwendung von Luftmalz für Gährung befördernd gehalten. Bei diesem gehen nicht soviel Eiweißstoffe in die Würze über, — der Würze-Extrakt ist also reicher an Glykose und die Vergährung deshalb vollständiger.

Die einzige Substanz, welche direkt beschleunigend wirkt auf die Gährung, das ist das kohlensaure und quellsaure Ammoniak (s. I. §§. 76, 176 und 244) und die phosphorsauren Salze. Allein als Mittel zur Steigerung der Vergährung in der Bierbrauerei wird

man all' diese Dinge wol nicht leicht benutzen, denn „gefährlich ist's, den Leu zu wecken“ und hier kommt es mehr auf Niederhaltung des Vergährungsgrades an; anders freilich bei der Branntweinbrennerei.

Zweiter Abschnitt.

Untergährung.

---

§. 26.

Nachdem im vorhergehenden Abschnitt die Grundlage der Manipulationen gegeben wurde, lasse ich nun einen kurzen Abriß der bei den Gährungen üblichen Gebräuche folgen und begleite solche mit kritischen Bemerkungen.

Jetzt können wir auch die Frage nach dem Quantum der Stellhefe, welche wir oben nur berühren konnten, eingehender erwägen.

Da die Temperatur der Würze zur Beschleunigung der Gährung wesentlich beiträgt, so steht als Regel fest, daß bei höherer Temperatur weniger Stellhefe genommen werden muß und bei niedriger Temperatur etwas mehr Hefe verwendet werden kann.

Die Angaben über die Menge der Stellhefe lauten sehr verschieden. Auf je 10,000 Maaß Würze nimmt z. B. Ph. Heiß 32.6 Maaß Hefe bei $7^{1}/_{2}{}^{0}$. Dieses Verhältniß wird auch so ziemlich überall als Regel benutzt in den bayrischen Bierbrauereien, es ist aber zu viel Hefe.

Je langsamer die Gährung ihren Verlauf nimmt, desto feiner werden die untergährigen Biere. Will man dieser Erfahrung Rechnung tragen und auf eine recht langsame Gährung halten, so muß man vor allen Dingen mit dem Aberglauben brechen, daß bei einer gesunden Gährung die erste weiße Decke sich nicht viel später als nach 30 Stunden bilden soll, und daß die Kräusen stets eine geschlossene Decke bilden und nie kahle Stellen zeigen sollen.

Man muß im Gegentheil allmälig soweit mit der Menge der Stellhefe herunter gehen, bis sich solche kahle Stellen

zeigen. Selbstverständlich tritt dann auch die erste weiße Decke später als gewöhnlich auf.

Steigt die Temperatur des Gährlokals, ohne daß man die Zügel ergreifen kann, so bildet sich auch bei der inzwischen ausprobirten Hefenmenge zum Stellen doch wieder eine geschlossene Kräusendecke, — man muß also die Menge der Stellhefe abermals reduciren.

Auf diese Weise wird man im Mittel etwa $^5/_{10000}$ der Würze an Stellhefe verwenden.

§. 27.

Mit diesen Grundsätzen steht nun in starkem Widerspruch die in vielen Brauereien üblich gewordene Praxis des Darauflassens. Man geht dabei folgendermaßen zu Werke.

Eine Würze wird auf mehr Gährbottiche als gewöhnlich vertheilt, so daß jeder also entsprechend weniger Würze enthält. So lange nun die Gährung in einem solchen Bottich noch im Zunehmen ist, kann man demselben eine Portion frischer, aber gut gekühlter Würze zuführen. Die Gährung wird auf diese Weise fortgesponnen. Daß dieselbe — wie ihr nachgerühmt wird — „frisch und vollkommen sei", gebe ich zu; — daß sie „zum Theil die Selbsterwärmung vermindert", ist nur dann richtig, wenn die daraufgelassene Würze eine niedrigere Temperatur hat als die zuerst in Gährung versetzte Würze; daß unter Umständen der vorhandene Raum besser benutzt wird beim Darauflassen, mag auch sein. Ein Fehler bleibt es aber immer, daß die daraufgelassene Würze mit der gesammten Hefenmenge gestellt wird, die sich bei der ersten Gährung inzwischen neugebildet hat, — ein sehr gesteigerter Vergährungsgrad ist deshalb unausbleiblich.

Die Methode bietet ihre Bequemlichkeiten und mag gelten, wenn die damit producirten Biere bald zum Verbrauch kommen, — für Lagerbiere aber vermeide man dieselbe jedenfalls.

§. 28.

Die bei der Gährung der Bierwürze neugebildete Hefe hat eine Steigerung der Temperatur im Gefolge (s. I. §. 196). Diese Temperatur-Erhöhung hinwieder führt zu einer Beschleunigung der Gährung. Halten wir deshalb streng darauf, jeder zu sehr überhand nehmenden Erwärmung sofort einen Dämpfer aufzusetzen (Eisschwimmer).

Wann soll man mit solchen Apparaten einschreiten? — Sobald

sich die Temperatur etwa 3 bis 5° über die Temperatur der bis auf höchstens 8° gekühlten Würze gehoben hat, muß das Kühlgeräth zur Anwendung kommen.

Eine öftere Beobachtung der Temperatur ist deshalb nicht genug zu empfehlen und sollte mit der Ueberwachung der Attenuation Hand in Hand gehen. Das Thermometer muß aber mindestens 15 Centimeter in die gährende Würze eintauchen und jedesmal so lange darin verweilen, bis der steigende Quecksilberfaden zum Stillstand kommt.

§. 29.

Es war schon oben die Rede davon, daß der einzig richtige Zeitpunkt zur Trennung des Bieres von der Hefe, d. h. zum „Fassen", nur durch Beobachtung der Attenuation gefunden werden kann.

Die alten Praktiker bedienen sich statt dessen noch immer der Probe im sogenannten „Aussetzgläschen", d. i. ein gewöhnliches Gläschen von etwa 50 Kubik-Centimeter Inhalt. Es wird mit der gegohrenen Würze gefüllt und gegen eine Lichtflamme gehalten, wobei die Flüssigkeit glänzendhell durchscheinen soll zwischen den vereinzelt wie Gries herumschwimmenden Hefentheilen; diese letztern sollen sich binnen einer Stunde fest zu Boden setzen unter der klaren Flüssigkeit. Wie aber, wenn durch zu viel Stellhefe die Temperatur zu hoch gesteigert war und die Hefentheile noch immer sich nicht zur Ruhe begeben wollen, während die gewöhnliche Grenze der Attenuation schon überschritten war? —

Drum — nur das Saccharometer und die Kühlgeräthe sind die wahren Schutzwächter der Untergährung.

§. 30.

Ueber den Grad der Attenuation sind die Meinungen verschieden, — Manche lassen zur Hälfte, Andere zu $^2/_3$, Andere noch weiter attenuiren. Viel kommt dabei auf das angewendete Brauverfahren an, welches die Zusammensetzung des Würze-Extraktes bedingt.

Der Extrakt einer Infusions-Würze ist reicher an Glykose als der Extrakt einer Dickmaischwürze. Die praktische Folge davon ist, daß bei gleichen Saccharometergraden die Infusionswürzen etwas weiter attenuiren dürfen als die Dickmaischwürzen. Man kann den Vergährungsgrad am Schlusse der Hauptgährung bei den Infusionswürzen zu etwa 70, bei den Dickmaischwürzen zu 60 annehmen. Zeigt sich in diesem Stadium der Gährung die Hefe noch widerspenstig, so müssen die Eisschwimmer Ordnung schaffen.

§. 31.

Sehen wir uns das aus einer solchen Gährung hervorgehende „Jungbier“ an, so ist trotz der erklecklichen Menge Alkohols, welche durch die Gährung entstanden ist, mit dem Geschmack desselben dennoch keine Versöhnung möglich. Der Hopfenharz-Gehalt ist immer noch bedeutend genug, um den Geschmack des Jungbieres höchst unangenehm zu machen, — das Bitter des Hopfenharzes wird durch die ebenfalls noch immer hervorragende Süße übertüncht und erst die Nachgährung bringt Besserung in diese Zustände.

Der reichliche Gehalt an Hopfenharz verbietet solches Jungbier als Getränk zu benutzen, weil seine Einwirkung auf die Harnwerkzeuge höchst störend und oft schmerzhaft ist. Die Nachgährung beseitigt mit der Fortdauer der Glykose-Zersetzung auch das überflüssige Hopfenharz und von da ab erst beginnt das Bier ein gesundes Getränk zu werden.

§. 32.

Vor dem Ablassen des Bieres sollte man stets die auf der Oberfläche desselben schwimmende Decke sauber abnehmen.

Die auf dem Boden liegende Hefe wird zunächst von der obern dünn-schlammigen bräunlichen Schicht durch gelindes Abspülen getrennt. Die darunter liegende gelblich-weiße und kompakte Schicht ist die reine Hefe, die man zu den nachfolgenden Gährungen benutzt. Unter dieser Hefenschicht befindet sich noch eine sehr unreine, dunkel gefärbte Schicht, über welcher man wo möglich die reinere Hefe abnimmt.

Die Hefe wird gewöhnlich einigemal mit kaltem Wasser abgewässert und so bis zur Verwendung aufbewahrt. Besser ist's, sie in einer Wanne unter einer Decke von Bier aufzubewahren.

Sobald die Hefe, welche durch die fortwährende Hefenbildung den eigenen Bedarf überragt, zur anderweiten Verwendung abgegeben wird, darf man auch das darin enthaltene Bier nicht unbenutzt lassen, — man läßt sie auf Trubsäcke abtropfen und preßt solche aus. Das in der Hefe steckende Bier hat natürlich einen höhern Vergährungsgrad als das Jungbier und muß auf die Lagerfässer vertheilt werden.

§. 33.

In Belgien werden untergährige Biere gebraut, von denen man sagt, daß sie durch sogenannte Selbstgährung fertig werden (s. I. §. 242).

Hält man an der Thatsache fest, daß bis zum Eintritt der Selbstgährung 8 bis 14 Tage nöthig sind, — daß aber in Bottichen, in denen schon öfters Gährung von Würzen stattgefunden hat, die Gährung rascher eintritt: so kann man sich der Ueberzeugung nicht entschlagen, daß einzig und allein die in die Holzmasse oder in die Fugen eingedrungenen Hefenmengen die Veranlassung zu dieser „Selbstgährung" gegeben haben. Dann aber erscheint die Gährung als eine solche mit der allergeringsten Menge Stellhefe.

Die Würze aber, welche des Eintritts der Gährung gewärtig dasteht, bleibt mittlerweile nicht unverändert, — es bildet sich in derselben eine reichliche Menge Milchsäure. Diese Säure ist es denn auch, welche den belgischen Bieren einen eigenthümlichen Charakter verleiht.

Außerdem ist auch der Vergährungsgrad der belgischen Biere ein sehr hoher, — in Folge dessen ist der größte Theil des Hopfenharzes ausgeschieden und die Biere haben einen mehr weinartigen Geschmack, ohne aber der Essiggährung zu verfallen.

Die Haltbarkeit der belgischen Biere ist sehr bedeutend, — man sagt, daß es viele Jahre hindurch ausdauert. Vielleicht sollte man daraus folgern, daß man auch in andern Ländern ein Bier von gleicher Haltbarkeit produciren könne, wenn man die Menge der Stellhefe noch immer weiter erniedrigt. Das müßte versucht werden.

Es ist auch die Meinung ausgesprochen worden, daß die Milchsäure in dem Biere gleichsam einen Schutz gegen die Essigbildung gewähre. Ich kann mich damit nicht befreunden, — Biere aus milchsauren Würzen wurden auch leicht essigsauer.

Dritter Abschnitt.

Obergährung.

---

§. 34.

Wenn die Obergährung wie gewöhnlich auf Fässern ausgeführt wird, so läßt man damit der Natur freien Spielraum; — die Hefe wird alsbald an die Oberfläche getrieben und durch das Spundloch

ausgestoßen, die Würze ermangelt also der Triebfeder einer durchgreifenden Gährung und das Bier erscheint mit einem sehr geringen Vergährungsgrade.

Soll der Vergährungsgrad gesteigert werden, so ist nothwendig, daß

1) die Würze ebenfalls genügend abgekühlt ist, damit sie erst eine Quantität Kohlensäure auflösen kann und die Hefe nicht gleich durch die ersten Kohlensäureblasen emporgetrieben wird; — daß

2) die schließlich doch an der Oberfläche erscheinende Oberhefe öfters und zwar so lange wieder in die Würze eingerührt wird, bis die Attenuation derselben genügend ist.

So gestalten sich die Verfahren zur Obergährung mannichfaltiger als die der Untergährung.

§. 35.

Vor Allem halten wir die Reinheit der Oberhefe wol im Auge. Es war im §. 233 des I. Theils die Rede davon, daß die gewöhnliche Oberhefe eine große Menge Unterhefe beigemengt enthält, die man durch kühlgeführte Gährungen trennen kann.

Die reine Oberhefe (Kernhefe, geronnene Hefe) giebt nun, wenn sie bei der Gährung nicht in die Flüssigkeit zurückgeworfen wird, ein Bier mit dem allergeringsten Vergährungsgrade, namentlich wenn auch die Temperatur beim Stellen hoch war. So zeigten (s. Bierbrauer 1860 S. 85) Würzen von 10 bis $11^1/_2$ Procent, die bei einer Temperatur von 15 bis 20° (mit 38 Hefe auf 10,000 Würze) gestellt waren, einen scheinbaren Vergährungsgrad von 29.2 bis 30.4. Als man zur Gährung eine minder reine Oberhefe verwendete, steigerte sich alsbald der Vergährungsgrad, weil

bei einer unreinen Oberhefe die Gährung auch nach Ausstoßung der Hefe durch die in der Würze zurückbleibende Unterhefe fortgeführt wird und dann bei höherer Temperatur sehr rasch zu einem hohen Vergährungsgrad steigt.

Diese Unterhefen-Beimengungen gerade sind es, welche die Obergährung so sehr in Verruf gebracht haben. Man stellte schwache Würzen bei hoher Temperatur mit Oberhefe, ließ die Oberhefe (mit Unterhefe gemischt) durch das Spundloch des gefüllten Fasses ausstoßen und wunderte sich, wenn das sogenannte „obergährige" Bier, im warmen Keller lagernd, nach kurzem Kampfe

mit der nicht ausgestoßenen Unterhefe den Gipfelpunkt der Vergährung erreicht hatte und — — sauer wurde.

§. 36.

Darnach stellen sich nun für die Praxis folgende Regeln fest.

1) Bei einer reinen Kernhefe kann die Würze bei höherer Temperatur gestellt werden und der Vergährungsgrad bleibt niedrig, — bei unreiner Oberhefe (Schmierhefe) aber wird unter gleichen Verhältnissen ein hoher Vergährungsgrad erzielt.

2) Wird eine unreine Oberhefe einer sehr gut gekühlten Würze beigegeben, so wachsen Anfangs beide Hefenarten und vermehren sich, — die Oberhefe wird emporgehoben (und kann im gereinigten Zustande abgenommen werden), die Unterhefe liegt theils zu Boden, theils arbeitet sie in der Würze. Nach vollendetem Abnehmen der Oberhefe macht die Würze fortan nur eine reine Untergährung durch und das resultirende Bier muß auf dem Lager mit allen Vorsichtsmaßregeln gleich einem untergährigen Biere behandelt werden (kühles Lager).

3) Will man Biere von höherm Vergährungsgrad erzielen, so hat das bei Anwendung von reiner Kernhefe seine Schwierigkeiten. Vor Allem muß die Temperatur niedrig gehalten werden. Dann muß man dafür sorgen, daß die emporkommende Hefe stets wieder untergerührt wird, — das Rühren muß fortgesetzt werden, bis die Gasentwickelung etwas nachläßt, damit die Hefe auch zu Boden sinken kann.

§. 37.

Möge man nun das eine oder andere Ziel im Auge haben, so braucht man doch bezüglich der Menge der Stellhefe nicht so ängstlich zu sein wie bei der Untergährung. Jede zu grelle Temperaturerhöhung beschleunigt die Ausscheidung der Hefe und beseitigt dadurch die Ursache der Erwärmung.

Im Allgemeinen pflegt man die Hefe der Würze im Zusammengußstock zuzusetzen und gut zu vermischen. Diese Mischung wird dann unter stetem Umrühren auf die Fässer oder Bottiche vertheilt. Ist kein Zusammengußstock da, so setzt man im Gährraum jedem Bottich oder Faß voll Würze das Hefenquantum (vorher in Würze vertheilt) zu.

Man hat den Grundsatz aufgestellt, daß man für die Obergährung weniger Stellhefe bedürfe als für die Untergährung. Grund dazu

mag wol der Umstand geliefert haben, daß eine mit Oberhefe gestellte Würze wegen der rasch emporsteigenden Hefe eine Decke liefert, welche eine kräftige Gährung vermuthen läßt, — indessen ist's ja fast nur die Stellhefe! Vergleichen wir verschiedene Angaben. Man nimmt

in Böhmen	auf	10,000	Maaß	Würze	etwa	5	Maaß	Hefe,
= Holland	=	=	=	=	=	38	=	=
= England	=	=	=	=	bis zu	100	=	=

Allerdings sind die Würzen in England concentrirter als in Böhmen und die Hefe wird rascher zum Schwimmen gebracht, — allein reden diese Zahlen nicht deutlich genug von wegen der Aengstlichkeit?! —

§. 38.

Ich gebe nun eine Zusammenstellung verschiedener Obergährverfahren.

A. In Böhmen läßt man die Obergährung sowol in Fässern als in Bottichen verlaufen.

Bei der Faßgährung wird die auf 13 bis 18° abgekühlte Würze im Zusammengußstock mit der Hefe gemischt und dann entweder sofort auf die Gährfässer übergefüllt, — oder man läßt die Gährung erst beginnen oder in vollen Gang kommen, ehe man sie in die Fässer füllt. Die Fässer liegen mit dem Spundloch nach der einen Seite etwas geneigt, damit die während der Gährung durch das Spundloch ausgestoßenen Schaumtheile (erst Hopfenharz, Kühlgeläger und Glutin, — dann Hefe) in ein untergestelltes Gefäß abfließen können. Nach 6 bis 8 Stunden tritt durch das Spundloch eine Schaumkappe hervor, welche sich vergrößert und in das untergestellte Gefäß abrinnt, wo sie zu einer (wegen des Hopfenharzes sehr bitter schmeckenden) Flüssigkeit, dem sog. „Hopfenbier", zerfließt. Solchen Hopfenbieres erhält man für je 100 Liter Würze 10 bis 20 Liter, — es klärt sich nach mehrstündigem Stehen und wird am Schluß der Gährung zum Füllen der theilweise entleerten Fässer benutzt.

Sobald der ausgestoßene Schaum eine dickere, mehr schwammige Beschaffenheit bekommt, muß das untergestellte Gefäß gewechselt werden, um die nunmehr ausgestoßene Hefe aufzufangen, — auch säubert man das Aeußere des Fasses von noch anhängendem Hopfenharz.

Ehedenn der Hopfentrieb beginnt, zeigt sich häufig das „Rasten" der Gährung (s. §. 16), was ohne Nachtheil ist.

Tritt keine Hefe mehr durch's Spundloch aus, so ist die Hauptgährung beendigt, der dazu erforderliche Zeitraum ist je nach der Temperatur beim Stellen sehr verschieden, — gewöhnlich erheischt der gesammte Gährungsverlauf 44 bis 48 Stunden.

Das Bier tritt nun gleich in die Nachgährung, wobei alle noch gebildete Hefe vollständig aus dem Fasse entfernt werden soll, — deshalb wird das Faß stets spundvoll erhalten, wodurch die Hefe durch's Spundloch ihren Ausfluß findet.

Zeigt sich endlich anstatt des gelblichen Hefenausstoßes von dicklicher Konsistenz ein leichter weißer Schaum — die sog. „Blüte" — so ist das Bier als hefenfrei zu betrachten und das Faß kann gespundet werden, um die Kohlensäure darin zum Ansammeln zu nöthigen. Hierbei hat man wohl darauf zu achten, daß die Innenwände des Fasses rings um das Spundloch vollständig von Hefe gesäubert sind (durch Abreiben mit dem Finger, während das Faß spundvoll ist) und daß das Verschließen des Spundloches nicht früher erfolgt, bis der weiße Schaum beim Zerfließen auch keine Spur von Hefe mehr hinterläßt.

Da das Hopfenbier gewöhnlich nicht hinreicht zum Ausfüllen der Fässer, so muß man entweder einem derselben das Füllbier für die übrigen entnehmen oder man füllt sie — wie gewöhnlich — mit frischem, klarem Wasser.

Bei der Bottichgährung setzt man die Stellhefe meistens erst im Bottich (und nicht schon im Zusammengußstock) zu. Der Bottich wird im Anfang zugedeckt. Die bei beginnender Gährung emporgetriebenen trübenden Theile werden abgenommen, — später zeigen sich (während der Harzausscheidung) die Kräusen, die man abnehmen muß, ehedenn die Hefe an die Oberfläche geworfen wird.

Am Schluß der Gährung bleibt die Hefe als eine klebrige Decke auf dem Jungbier schwimmen, wo man sie dann mit Löffeln abnimmt.

Das Jungbier wird mit der am Boden liegenden Hefe einigemal aufgerührt und dann auf Fässer gebracht, wo es bis zum Spunden ebenso behandelt wird, wie oben beschrieben ist.

Zur Herbeiführung eines recht vollständigen Hefenausstoßes arbeitet man an manchen Orten auf folgende Weise. Man heizt am Schluß der Gährung das Gährlokal nach und nach bis auf 21 bis 22°. Wird keine Hefe mehr ausgestoßen, so werden die Fässer ge-

spundet und kurze Zeit gewälzt (gekugelt). Durch die lebhaftere Kohlensäure-Entwickelung bei wiedergeöffnetem Spund werden die letzten Reste der Hefe ausgetrieben. Das Bier leidet durch diese Manipulation nicht, wenn es alsbald in den kühlen Keller gebracht wird.

§. 39.

B) In England wird alles Bier auf dem Wege der Obergährung producirt. Der dunkelbraune Porter und die blassen Ale's sind Biere, die ihren Markt auf der ganzen Welt finden. Diese Biere werden aus sehr concentrirten Infusions-Würzen erzeugt und meistens mit ziemlich hohem Vergährungsgrad in den Handel gebracht. In Schottland wird zwar auch untergähriges Bier gebraut, doch sind die feinsten Biere dortselbst durch eine langsam verlaufende Obergährung erzeugt.

Zwei Faktoren sind es, die zur Herbeiführung der bedeutenden Attenuation mitwirken, — die große Menge Stellhefe und das öftere Unterrühren der aufgeworfenen Hefe.

Die Gährung verläuft in Bottichen, die mit einem Schlangenrohr versehen sind, durch welches das Kühlwasser unten eintritt und bei genügender Attenuation den Gährungsverlauf hemmt, wonach man dann zum Fassen schreitet. Hat das Bier da seinen Hefenausstoß vollendet, so wird es den Lagerfässern übergeben.

Beispielsweise stehen hier ein paar Uebersichten der Attenuations-Verhältnisse solcher Obergährung.

1) Porter. Die Würze von 17.5 Saccharometer-Procenten, bei $15^1/_2{}^0$ C. mit Hefe (70 zu 10,000) gestellt — die Hefe wird hergeführt — zeigte

nach Stunden	Gährungserscheinung:	Temperatur-Grade C.:	Saccharometer-Proc.:	Scheinbarer Vergährungsgrad:
12	Niedere Kräusen.	16	16.8	4
24	Hohe Kräusen.	17¾	15.7	10.3
36	Leichter Hefentrieb.	21	12.0	31.4
44	Dichte Hefe.	21	10.0	42.8

Auf Fässer gebracht, war der Hefenausstoß nach 2 Tagen vollendet. Das Bier zeigte 5.3 Saccharometergrade. Vergährungsgrad also = 70.

2) London Ale. Die Würze von 26.8 Saccharometer-Proc. bei $13^1/_4{}^0$ mit Hefe (70 zu 10000) gestellt — die Hefe hergeführt — zeigte

nach Stunden	Gährungserscheinungen:	Thermometer-Grade:	Saccharometer-Proc.	Scheinbarer Vergährungsgrad:
12	Niedere Kräusen.	$14^1/_2$	25.2	6
24	Hohe Kräusen.	$17^3/_4$	20.7	22.8
36	Hefenschaum.	21	16.0	40.3
41	Der Schaum sinkt zurück.	$22^1/_5$		NB. Hier wurde gekühlt.
48	Dichte Hefendecke.	21	10.7	60

Das Bier vollendete den Hefenausstoß auf den Fässern in drei Tagen und zeigte dann 6.9 Sacch.-Proc. oder einen Vergährungsgrad = 74.2.

3) Scottish Ale. Dieses ist jenes Bier, bei welchem durch Abkühlung während der Gährung ein sehr langsamer Gährungsverlauf und durch Einrühren der Hefendecke eine sehr vollständige Attenuation erzielt wird. Nachstehende Tabelle weist auch die verschiedenen Manipulationen nach.

Die Würze von 20.8 Saccharometerproc. bei $13^1/_4{}^0$ mit Hefe (30 zu 10,000) gestellt — die Hefe nicht hergeführt — zeigte

Tag der Beobachtung:	Gährungserscheinung:	Temperatur-Grade:	Sacchar.-Proc.:	Scheinbarer Vergährungsgrad:	Bemerkungen.
2	Leichte Kräusen.	14	20	3.8	Die Kräusen werden täglich dreimal eingerührt, bis der Vergährungsgrad auf 50 gestiegen ist.
3	Desgl.	15	19	8.7	
4	Desgl.	18½	16	23.1	
5	Desgl.	21	11.8	43.2	
6	Die Hefe erscheint	22	10.2	50.9	Der Kühlapparat angewendet.
7	Die Hefe wird dicht.	19½	9.3	55.3	
8	Desgl.	18¾	8.9	57.2	
9	Desgl.	18½	8.3	60.1	
11	Desgl.	18¼	7.3	64.9	
14	Desgl.	18	3.2	85	Die Hefendecke abgenommen, die Temperatur bis auf 10⁰ gekühlt, und das glanzhell gewordene Jungbier gefaßt.

Zu diesen Beispielen bemerke ich vor Allem, daß die *langsamere* Obergährung der Schotten auch das *feinere* Produkt giebt.

Ferner wolle der Leser davon Notiz nehmen, daß die Kühlschlangen in den Gährbottichen der Schotten auch dazu dienen, um am Schluß der Gährung eine *starke* Abkühlung herbeizuführen, in deren Folge alle Kohlensäure von der Flüssigkeit aufgelöst wird und die schwebenden Hefentheile zu Boden sinken, — *das Jungbier klärt sich!*

§. 40.

Diese Gährverfahren haben nun eine Menge Abänderungen erlitten. Es ist nicht nothwendig, daß wir darauf ausführlicher eingehen. Es kommt ja Alles darauf an, *welchen Vergährungsgrad man erzielen will.* Darnach greift man zu der einen oder andern Abänderung, zu der sich der Leser selber das Rezept schreiben wird.

Nur eines Apparats will ich hier noch gedenken, der in England mit Erfolg angewendet wird zur Trennung der Hefe während der Gährung. Das Bier wird dabei natürlich nur einen *geringen* Vergährungsgrad erhalten, weil die Ursache der Gährung von Anfang an ausgeschieden wird. Der Apparat ermöglicht zugleich eine Gährung im *geschlossenen* Raume.

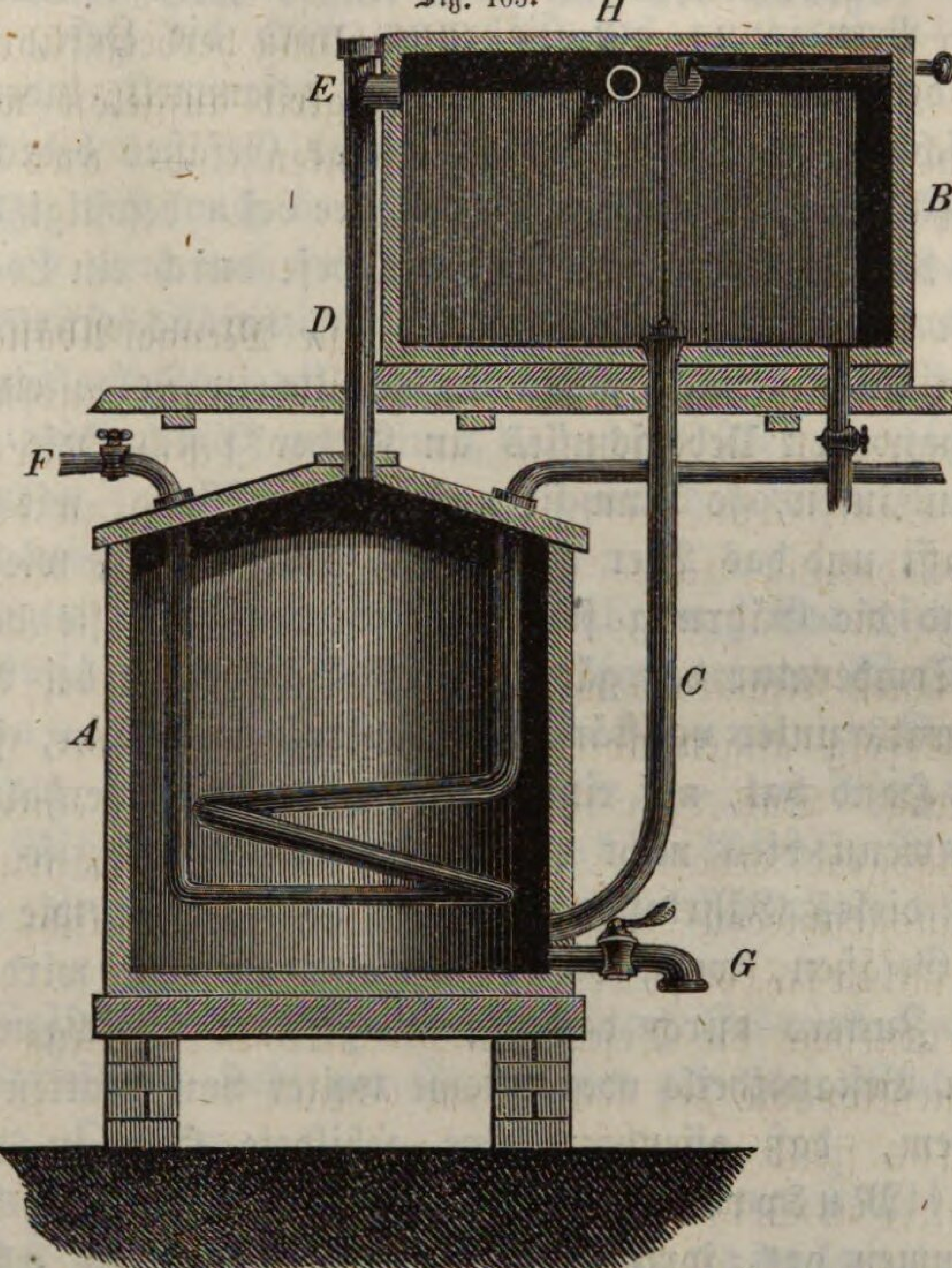
Ich entnehme die Beschreibung dieser Vorrichtung aus „Muspratt's Encyklopädie der technischen Chemie."

Fig. 105 stellt den Gährkasten vor, welcher in der Brauerei der Hrrn. Walker u. Sohn zu Warrington benutzt wird, — eine Anordnung, die nach Muspratt's Meinung jeder Erwartung in Bezug auf eine gute Gährung entspricht.

„Der Apparat besteht aus zwei luftdicht verschlossenen Kästen, von denen in dem einen A die Gährung ausgeführt wird und man den andern B zum Sammeln der ausgeschiedenen Hefe benutzt. Beide stehen durch eine Röhre C, welche aus dem Boden von B herabsteigt und vorn in A dicht über dessen Boden eintritt, mit einander in Verbindung. Mittelst dieser Röhre wird sowol die Würze als auch die Hefe in den Kasten A gelassen, und zwar soviel, daß derselbe völlig davon angefüllt wird. Alsdann wird so viel gut gegohrenes Bier hinein gegossen, bis eine Schicht von etwa 2 Zoll hoch auf dem Boden des Hefen-Recipienten steht. Sobald als nun die Gährung anfängt und die Hefe, welche sich noch schäumig und theilweise bildet, aus-

geschieden zu werden beginnt, steigt diese durch die Röhre D, welche von der Spitze des schräg zulaufenden Deckels ausgeht, in die Höhe und wird bei E in den Recipienten entladen.

Fig. 105.



„Sowie nun die halbflüssige Masse aus dem untern Kasten entfernt wird, fließt die in dem Hefe-Recipienten befindliche Bierschicht an deren Stelle und es wird sich auf dem Boden des Recipienten eine gleich hohe Flüssigkeits-Schicht behaupten, indem jener durch die aus dem Kasten A empfangene Flüssigkeit immer bis zu 1—2 Zoll hoch bedeckt bleibt, wodurch verhindert wird, daß der Schaum von Neuem wieder in A eintritt. Auf diese Weise wird die Operation fortgeführt, bis sie beendigt ist, und sollte die Temperatur der Flüssigkeit zu hoch sein, so kann sie durch Hineinleiten von kaltem Wasser mittelst der Röhre F gemäßigt werden. Ein anderer Cylinder H, durch welchen ein Strom von kaltem Wasser hindurchgeht, erhält die Luft in dem bedeckten Hefenrecipienten reichlich kühl, wo-

durch das in Folge der Gährungs-Thätigkeit sich entwickelnde kohlensaure Gas zurückgehalten wird, während dieses sonst in großer Menge entweichen würde. Alle diese Umstände sind sehr werthvoll und sichern dem Biere manche gute Eigenschaft.

„Nach Beendigung der Gährung wird die Hefe, welche sich gänzlich in dem Kasten B angehäuft hat, gesammelt, indem man die Flüssigkeitsschicht, welche den Boden dieses Gefäßes bedeckt, mittelst eines Durchschlages, an welchem eine Röhre bei a befestigt ist, abzieht und, sobald dies geschehen ist, wird die Hefe durch ein Loch, welches in der Nähe der einen Ecke befindlich ist, herausgeschafft und alsdann in geeignete Gefäße gebracht. Sollte in Folge eines in der Würze vorhandenen Ueberschusses an Kleber*) sich Hefe in großem Ueberfluß anhäufen, so kann sie auf dieselbe Weise, wie angegeben, herausgeschafft und das Bier abgezogen, noch einmal wieder hineingepumpt und die Gährung fortgesetzt werden, bis sie beendigt ist.

„Die Temperatur der gährenden Flüssigkeit ist bei Anwendung dieses Apparats unter vollständiger Kontrole und kann, sobald man Wasser zur Hand hat, auf einem bestimmten Grade erhalten werden und selbst, wenn dies nicht erreicht werden könnte, so würde die Temperatur dieses Gährkastens nicht so hoch steigen wie in den gewöhnlichen Gefäßen, weil, da der Schaum entfernt wird, die Zersetzung des Zuckers durch das einmal gestörte Gleichgewicht seiner atomistischen Bestandtheile oder Atome weiter von Statten geht, und zwar trotzdem, daß offenbar keine gebildete Hefe in der Würze zurückbleibt. Muspratt, welcher diese Methode selbst in Augenschein genommen hat, spricht sich für eine allgemeine, sehr nützliche Anwendung derselben aus, denn nicht allein wird die zur Ausführung der gewöhnlichen Methode erforderliche Ueberwachung und Mühe vermieden, indem ein bedeutender Betrag an Raum dadurch erspart wird, so daß man wegen der Festigkeit des Apparats eine große Quantität gähren lassen kann, sondern der Brauer kann auch eine jede beliebige Attenuation erhalten, indem er von Wetter und anderen Umständen unabhängig ist. Sobald nun die Gährung beendigt ist, kann die Flüssigkeit, nachdem sie mittelst der Röhre F abgekühlt worden ist, bequem durch den Zapfen G in Fässer abgezogen und, da die Hefe während der Operation entfernt wurde, versandt werden."

*) Die Menge der Hefe hängt nur vom Vergährungsgrad der Würze, nicht vom Klebergehalt derselben ab. H.

Vierter Abschnitt.

Wieviel Bier erhält man aus der Würze?

§. 41.

Die Würze wird nach dem Maaß auf den Bottich gebracht und nach dem Maaß wird auch das fertige Bier zu Markte geschafft. Die an der Spitze dieses Abschnitts stehende Frage hat also auch nur in Bezug auf die Ausbeute dem Maaße nach praktische Bedeutung.

Indessen müssen wir, um einen Ueberblick über die hier in Betracht kommenden Faktoren zu erringen, dennoch von den Gewichts-Verhältnissen ausgehen.

Wir bringen 100 Pfund Würze in Gährung, was wird daraus? — In die Luft geht die Kohlensäure (mit etwas Wassergas beladen), — ausgeschieden an der Decke und im Bodensatz wird Hopfenharz und die neugebildete Hefe, — im Biere bleibt der durch die Gährung erzeugte „Wein" (d. h. Alkohol, Eiweißstoffe, s. I. §. 159), ein Theil des ursprünglichen Extraktes und etwas Kohlensäure.

Da die Größe des Verlustes (Kohlensäure, Hefe und Hopfenharz) im geraden Verhältniß steht zur Menge der zersetzten Glykose (s. I. §. 197 u. a. a. O.), so

bestimmt sich der durch die Gährung stattfindende Verlust stets nach dem Vergährungsgrad.

Je weiter der Vergährungsgrad vorangeht, um so größer der erwähnte Ausfall. Deshalb greift außer der Hauptgährung auch noch beim Lagern des Bieres ein weiterer Verlust Platz.

Wollen wir also über die bei der Gährung eintretenden Verluste Zahlen reden lassen, so müssen wir vor allen Dingen fragen:

1) welche Concentration hatte die der Gährung unterworfene Würze? und

2) welchen Vergährungsgrad hat das daraus hervorgegangene Bier? —

Die Grundlage zur Beantwortung dieser Frage beruht dann darauf,

daß, wenn 100 Glykose in 51.11 Alkohol und 49.89

Kohlensäure zerfallen, aus den übrigen Bestandtheilen des Extraktes 5.619 (trockne) Hefe gebildet werden (s. I. §§. 189 und 256), also auf je 100 Alkohol 9.1 Hefe.

Nehmen wir uns nun z. B. eine Würze von 12 Procent Extraktgehalt (die also 88 Procent Wasser enthält) und bringen sie in Gährung. Das Saccharometer zeigt uns am Schlusse der Haupt-Gährung nur noch 3.5 Saccharometergrade, — es sind also durch die Gährung verschwunden 12 — 3.5 = 8.5 Grade. Diese zeigen nach der Tabelle S. 176 des I. Theils

$8.5 \times 0.4187 = 3.56$ Alkohol an, welche von 6.96 Glykose herrührten und wobei 3.47 Kohlensäure von dannen zogen. Dabei wurden aus den übrigen Extraktbestandtheilen $\frac{3.56 \times 9.1}{100} = 0.32$ Hefe gebildet.

Mithin sind aus der Würze neugebildet

3.56 Alkohol,
3.47 Kohlensäure,
0.32 Hefe,

wozu 7.35 des Extraktes verwendet sind. Im Biere bleiben noch 12 — 7.35 = 4.65 Extrakt. Das Bier besteht also — abgesehen von der geringen Menge noch darin enthaltener Kohlensäure — aus

3.56 Alkohol,
4.65 Extrakt und
88.00 Wasser,
Zusammen 96.21.

Nun hat aber die ausgeschiedene Hefe im dickbreiigen Zustande auch noch ihr 5- bis 6faches Gewicht Bier aufgesogen, was einen weitern Verlust von $0.32 \times 6 = 1.92$ hervorruft, so daß schließlich nur 96.21 — 1.92 = 94.29 Bier zum Vorschein kommen.

Je größer der Vergährungsgrad, desto größer auch der Verlust.

§. 42.

Auf den Raum-Inhalt und auf trinkbares Bier bezogen aber gestaltet sich die Sache etwas anders.

Die durch die entweichende Kohlensäure hervorgerufene Raumverminderung beträgt kaum 1/4 Procent. Die dünnbreiige Hefe aber, über welcher das Bier abgelassen wird, hält noch mehr Bier zurück, welches man freilich durch Abtropfen und Pressen gewinnen kann; — man kann annehmen, daß die wasserfreie Hefe das Achtfache

an Wasser aufnimmt. Mithin stellt sich der Verlust in der Hefe auf 0.32 × 8 = 2.56 dem Gewicht nach, was (da 100 trockne Hefe soviel Raum einnehmen wie 75 Wasser) 3.00 dem Raume nach ausmacht. Dazu noch 0.25 für die entwichene Kohlensäure, zusammen 3.25.

Diese Zahl drückt das Minimum des Verlustes aus, wenn man der Hefe (nach gewöhnlicher Praxis) das aufgesogene Bier beläßt. Nimmt man aber noch hinzu einen Verlust beim Abnehmen der schleimigen Decke bei Beginn der Gährung und der hefigen Decke am Schluß der Gährung, so ist's begreiflich, wie sich erfahrungsgemäß der Verlust bei der Gährung höher beziffert.

Man rechnet als Verlust dem Raume nach

bei der Bottichgährung 6 Procent und

bei der Faßgährung 7½—8 Procent.

§. 43.

Zu den Gährungsverlusten zählt man auch noch eine Portion Alkohol, welche in Gesellschaft des Kohlensäure-Gases von dannen ziehen soll.

Bringt man in einem Fläschchen (wie a in Fig. 40 des I. Theils) eine zuckrige Flüssigkeit in Gährung und leitet das entwickelte Kohlensäure-Gas in Wasser, welches sich im Glase c befindet, so kann man aus diesem Wasser allerdings durch Destillation Spuren von Alkohol gewinnen. Allein dieser Versuch beweist nicht, daß der Alkohol als solcher sich verflüchtigt habe; — es sind bei dem Sturm der Gährung Theile der Flüssigkeit rein mechanisch mit fortgerissen und das Kohlensäure-Gas ist ebenso mit Bierwürze geschwängert, wie die Luft am Meeresgestade oder neben den Gradirwerken der Salinen mit Salztheilen behaftet ist.

Daß diese Auffassung die allein richtige ist, ergiebt sich aus den Anstrengungen des Engländers John Furze, welcher das zum Auffangen des verflüchtigten Alkohols dienende Sperrwasser genauer untersuchte. Dieses Wasser zeigte nach einigen Tagen einen üblen Geruch, — offenbar durch Eintreten der Verwesung von Eiweißstoffen. Setzte man reine Alkalien hinzu, so entwickelte sich Ammoniak, — ebenso wie bei allen Eiweißstoffen. Und ich kann — bei dem Umstande, daß die Annahme einer Verflüchtigung von Alkohol nur in der irrigen Voraussetzung wurzelt, es sei durch die Gährung „Alkohol" (und kein „Wein", s. I. §. 159) entstanden und es müsse sich deshalb auch Alkohol verflüchtigen — in der obigen Thatsache

nichts Anderes erkennen als das Fortschleppen einer Portion Würze, die je nach dem Vergährungsgrade mehr oder weniger mit „Wein" beladen ist.

Der hierdurch erwachsende Verlust wird kaum der Rede werth sein und seinethalben die Gährung in geschlossenen Gefäßen mit Sperrwasser vorzunehmen, scheint mir nicht minder lustig als die Erfindung der berühmten Flohfalle.

Deuringer erwähnt in der „Bierfrage in Bayern" (s. S. 138), daß er „durch Untersuchung von Bieren, deren Würze-Extrakt-Gehalt sicher bekannt (!) war, Resultate kennen gelernt, wo sich der Alkohol-Verlust bei sehr stürmischen Gährungen bis 30 und 36 % des ganzen Alkohol-Gehaltes erstreckte." Diese Angabe, wie sie dasteht, heißt mit andern Worten: Eine Würze mit z. B. 12 Procent Extraktgehalt hätte ein Bier von mindestens 3.75 % Alkoholgehalt liefern müssen, — das durch eine abnorme Gährung entstandene Bier zeigte aber nur 2.63 % Alkohol, — folglich waren 30 Procent Alkohol verflüchtigt. Hätte man aber das Extrakt des Bieres seiner Menge nach bestimmt und untersucht, so würde man ohne Zweifel gefunden haben, daß es noch reichlich vorhanden war und große Mengen von Milchsäure oder Mannit oder Milchsäure-Gummi enthielt.

Bei recht niedriger Temperatur der gährenden Würze erscheint das Bier mit seinem vollen Alkoholgehalte; nicht etwa weil sich bei niederer Temperatur kein Alkohol verflüchtigen kann, sondern weil bei solchen Temperaturen den abnormen Gährungen (s. I. §§. 200 und 204) eine Stütze genommen ist.

Vierter Theil.

Kellerwirthschaft.

Erster Abschnitt.

Hauptaufgabe der Kellerwirthschaft.

§. 1.

Im Lagerkeller soll das Bier zunächst in einen trinkbaren Zustand gebracht werden. Hat es den durch den Geschmack der Konsumenten vorgeschriebenen Grad der Entwickelung erreicht, so wird es auf den Markt gebracht. Hat das Bier endlich das Ende seiner Entwickelung erreicht und droht es auf abschüssige Bahn zu gerathen, so muß zur Konservirung desselben geschritten werden.

Die erste dieser Aufgaben findet ihr Ziel hauptsächlich in der vollendetsten Klarheit, — das Bier muß „Glanz" besitzen. Die dem Jungbier beigesellten Trübungen sind: unverändertes Glutin, Hopfenharz und Hefenzellen. Abgesehen davon, daß ein trübes Bier im Glase dem Auge ein Aergerniß bereitet, wird auch die Zunge von den trübenden Substanzen unangenehm berührt.

In letzterer Beziehung ist das Glutin der unschuldigste Körper, — die Zunge ist kaum im Stande, diese Beimengung zu entdecken. — Schwebende Hopfenharztheile aber bleiben zum Theil an der Zunge kleben und verursachen einen lange anhaltenden bittern Nachgeschmack, der den Brauer gewöhnlich in den Verdacht bringt, ein Hopfensurrogat (Weidenrinde, Quassia ꝛc.) angewendet zu haben. — Schwebende Hefentheile endlich verleihen dem Biere den dem Hefenpilze eigenthümlichen Geschmack und Geruch. Alle Pilze besitzen solche Eigenthümlichkeiten, kraft deren sie theils als Delikatesse behandelt werden (Trüffel, Champignon), theils zur Last fallen (Schimmel). Und eben so wie geringe Schimmelmengen ein Backwerk ungenießbar machen können, eben so auch genügen geringe Mengen von Hefe im Biere, um ihm alle Feinheit des Geschmacks zu rauben.

§. 2.

Der Geschmack der Konsumenten findet bei Bieren, die nach demselben Brauverfahren gebraut sind, seinen Ausdruck am sichersten

im Vergährungsgrade (s. S. 21). Die Menge der noch unzersetzten Glykose ist hierbei von ungemeiner Wichtigkeit, weil sie auch den Hopfenharz-Gehalt des Bieres bestimmt und somit demselben neben ihrer Süßigkeit auch die entsprechende Bittere ertheilt. Dieses zwitterhafte Bittersüß ist es, was das Jungbier so unangenehm schmeckend macht. Und deshalb ziehen die Biertrinker fast aller Länder ein Bier mit ziemlich vorgeschrittenem Vergährungsgrade vor. Wieviel Glykose noch im Biere enthalten sein soll, um demselben die nöthige Milde zu ertheilen, darüber weichen die Anforderungen der Konsumenten außerordentlich von einander ab; — in Belgien z. B. verzichtet man vollständig auf den Glykose-Gehalt, während die in vielen Ländern sehr üblich gewordene Methode des „Aufkräusens" den Schenkbieren eine oft zu reichliche Menge Glykose zuführt.

Der Brauer hat demnach die Aufgabe, zu ermitteln, welcher Vergährungsgrad den Wünschen seiner Gäste am besten zusagt, und diesen Vergährungsgrad als Legitimation für alle aus dem Keller wandernden Biere möglichst fest zu halten.

Erwägt man, daß mit der fortschreitenden Attenuation auch die Bitterkeit des Bieres sich mindert und daß an die Stelle der Glykose das ebenfalls süß schmeckende Glycerin (s. I. §. 142) tritt, so wird man die Nothwendigkeit einer sorgfältigen Kontrole des Vergährungsgrades zugestehen müssen.

Leider wird bei der Massenproduktion mancher großen Etablissements über diese Frage mit bewundernswerthem Phlegma hinweg gegangen und eine kultivirte Bierzunge muß sich da oft gewaltige Rohheiten gefallen lassen.

§. 3.

Fast alle Biertrinker lieben aber auch eine reichliche Menge von Kohlensäure im Biere, — die Gründe s. I. §§. 61 und 62.

Die Manieren, um die Kohlensäure im Biere zu fesseln, sind verschieden, je nach Lokalgebrauch. Wo das Bier von kleinen Schenkfässern verzapft wird, da pflegt man die Kohlensäure durch Verspunden des Lagerfasses anzusammeln; — wo man an Flaschenbier gewöhnt ist, da quartirt sie sich unter dem Belagerungszustande des Korks ein. Daß in beiden Beziehungen der Vergährungsgrad des Bieres den Kompaß bildet, wonach der Brauer die Zeit des Spundens zu finden hat, das ist einleuchtend, — ein junges oder ein aufgekräustes

Bier ist in kürzester Frist hinreichend moussirend, ein abgelagertes braucht lange Zeit, ein im Eiskeller auf Flaschen gezogenes Bier zeigt in der höhern Temperatur der Schenkstube augenblicklich hinreichendes Moussiren.

§. 4.

Sobald die Zersetzung der Glykose zum Schluß gelangt ist, kann natürlich fortan keine Kohlensäure mehr ins Bier geliefert werden. Da nun die über dem Bierspiegel lagernde Schicht Kohlensäuregas nach und nach sich mit der über dem Spundloch lauernden atmosphärischen Luft vermischt und so allmälig verdünnt und verdrängt wird, so beginnt endlich der Angriff des atmosphärischen Sauerstoffs auf die Bierbestandtheile, — die Essigsäure-Gährung bemächtigt sich des Schlachtfeldes. Dem muß **vorgebeugt** werden!

Die Ueberwachung des Lagerbieres muß sich auf die fortschreitende Zunahme des Vergährungsgrades richten. Tritt da ein Stocken ein, so fehlt es an Glykose und das Bier muß durch einen Zuckerzusatz in den Stand gesetzt werden, die Nachgährung wieder aufzunehmen, ehedenn die Essig-Gährung ihre Vorposten ausstellen kann.

Zweiter Abschnitt.

Keller und Gefäße.

---

§. 5.

Von der Abkühlung der Lagerkeller und den zur Erreichung einer niedrigen Temperatur nothwendigen Vorbedingungen war schon II. §. 36 u. f. die Rede. Hier ist nur noch einiges Allgemeine nachzutragen.

Man unterscheidet gewöhnlich Haus- oder Schenkkeller und Lagerkeller. Diese ziemlich unwesentliche Unterscheidung bedingt indessen keinen Unterschied in den Anforderungen, welche an jeden guten Keller zu stellen sind und sich in folgende Punkte zusammenfassen lassen.

1. Die Temperatur soll möglichst gleichbleibend zwischen 6 und 10° sich erhalten; — die Lagerkeller müssen kühler erhalten werden als

die Schenkkeller, welche letztere — da sie nur eine Abtheilung bilden und häufig betreten werden — verhältnißmäßig mehr Eis zur Abkühlung bedürfen als die Lagerkeller.

Um die erforderliche Gleichmäßigkeit der Temperatur zu erreichen, muß der Keller so angelegt sein, daß er nicht von den Sonnenstrahlen getroffen wird (also an dem nördlichen Abhange von Felsen oder unter Gebäuden oder schattigen Bäumen) und daß er durch eine hinreichend dicke Erddecke von der Temperatur der äußern Luft getrennt ist (diese Schicht muß mindestens 10 Meter betragen).

2. Die Kellerluft muß rein sein. Faulende Substanzen, Käsetöpfe, Fässer mit Sauerkraut u. s. w., dürfen nie im Keller geduldet werden. Höchst empfindlich sind die gegohrenen Getränke auch gegen die Ausdünstungen von Frauenzimmern, welche ihre monatlichen Regeln haben, — solche dürfen in diesem Zustande niemals zum Füllen von Flaschenbier, welches einige Zeit lagern soll, verwendet werden.

Selbstverständlich muß bei der Anlage der Keller auch darauf Bedacht genommen werden, daß sie nicht in die Nachbarschaft von Abtritten und Miststätten gerathen.

3. Die Kellerluft soll aber auch nicht so feucht werden, daß das Emporwuchern der Schimmelpilze befördert wird.

Schenkkeller, die unter dem Brauhause liegen, müssen ein mit Cement und Wasserglas (s. I. §. 104) dicht und für Flüssigkeiten undurchdringlich gemacht werden. Geschieht das nicht, so durchsickert das mit Würzebestandtheilen beladene Waschwasser den Erdboden und gelangt am Gewölbe an, wo es eine schleimige Flüssigkeit bildet, die herabtropft und — wenn sie in das Bier gelangt — viel Unglück anstiften kann, — jedenfalls aber macht sie die Luft feucht und unrein.

§. 6.

Ueber die Eismengen, welche zum Kühlen der Lagerkeller nothwendig sind, lassen sich schwer auch nur annähernde Zahlen geben, — die dabei mitspielenden Einflüsse sind gar so verschieden.

Man nimmt gewöhnlich an, daß — wenn der Eisbehälter frei im Kellerraum steht — auf je 25 Kubikmeter Kellerraum 1 Kubikmeter dichte Eismasse erforderlich ist, um die Kellertemperatur auch in den heißesten Sommertagen nicht über 6° steigen zu lassen. Z. B. ein Keller sei 15 Meter lang, 7 Meter breit und bis an's Gewölbe 3 Meter hoch, — das Gewölbe habe eine Höhe von $2^1/_2$ Meter: so ist

der kubische Raum bis ans Gewölbe 15 × 7 × 3 = 315 Kubik-Meter; und der kubische Raum des Gewölbes ist — da zu einem Halbmesser von $2^1/_2$ ein Durchmesser von 5 gehört, welchem (nach I. S. 9) ein Flächeninhalt von 19.6 entspricht — $\frac{19.6}{2} \times 15$ . . . . . = 147 "

also der kubische Inhalt des Kellers . . . = 462 Kubik-Meter.

Dazu gehört also nach obiger Regel ein Quantum Eis = $\frac{462}{25}$ = 18.2 Kubik-Meter oder ein Eisbehälter von $5^1/_2$ Meter Höhe und einer lichten Weite von 1 zu 3.4 Meter. Um zu berechnen, wieviel Kilogramm das obige Quantum wiegt, muß man sich erinnern, daß 1 Kubikmeter Wasser 1000 Kilogramm wiegt und das specifische Gewicht des Eises = 0.916 ist; — mithin wiegen die 18.2 Kubikmeter 18.2 × 916 = 16,671 Kilogramm.

§. 7.

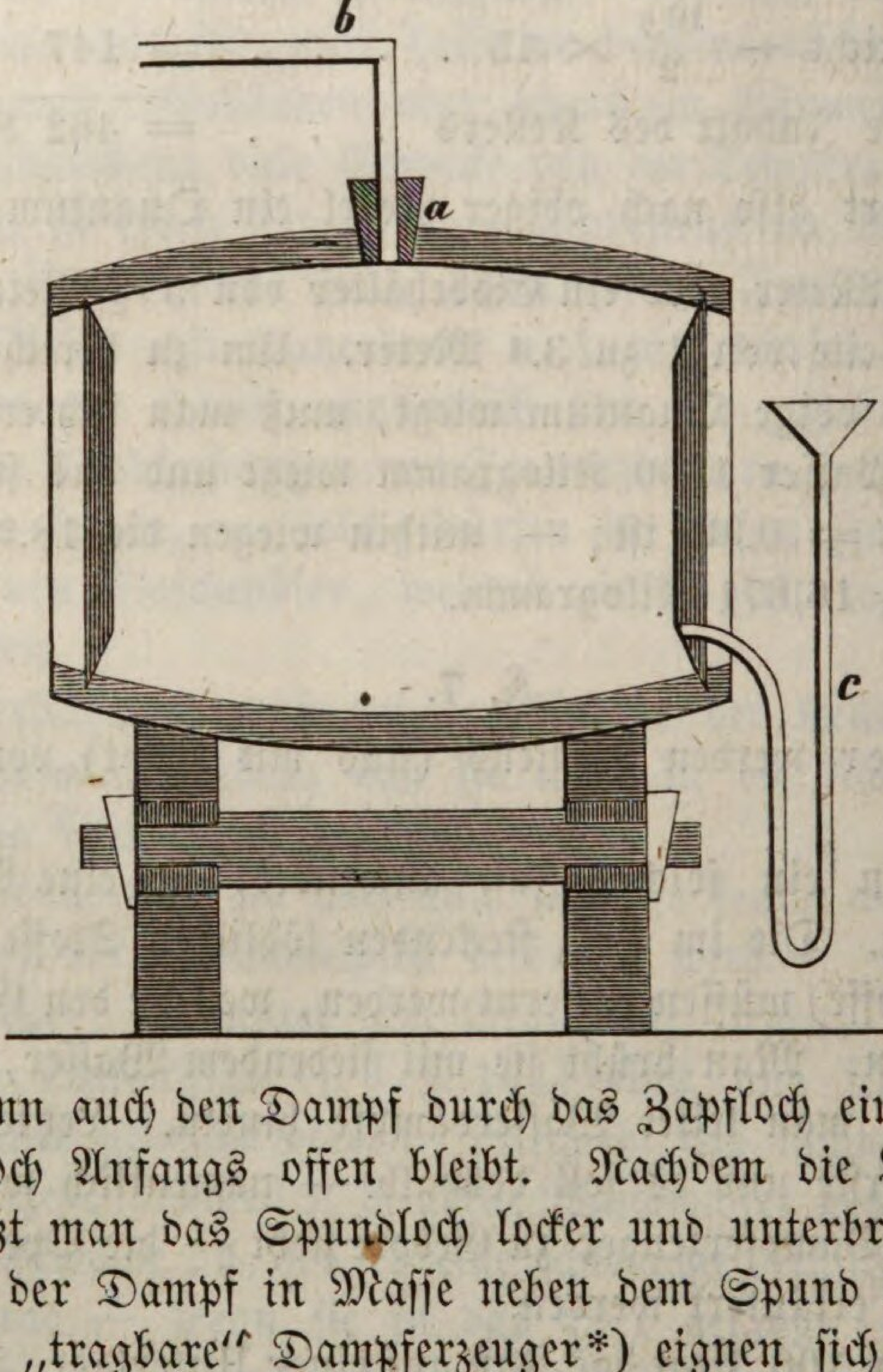
Die Fässer werden meistens (und mit Recht) von Eichenholz gemacht.

Bevor man ein solches Faß anwendet, ist eine Vorbereitung desselben nöthig. Die im Holz steckenden löslichen Stoffe (Gerbsäure und Extraktivstoffe) müssen entfernt werden, weil sie den Geschmack des Bieres verderben. Man brüht sie mit siedendem Wasser, bis es klar bleibt, — oder man leitet Wasserdämpfe hinein. Letzterer Weg ist immer der sicherste und es soll deshalb — namentlich weil in vielen Brauereien ein Dampferzeuger zu Gebote steht — die Operation durch eine Zeichnung erläutert werden.

Wie in Fig. 106, liegt das Faß auf einer Unterlage. Der Spund a ist hohl und nimmt das Rohr b, welches den Dampf herbeiführt, auf. c ist ein Sicherheitsrohr von Weißblech oder Blei. Zu Anfang der Operation verdrängt der einströmende Dampf die Luft aus dem Fasse und diese entweicht durch das Rohr c; später sammelt sich darin aus dem verdichteten Dampfe Wasser an und setzt dem Dampfe ein Hinderniß entgegen, spannt ihn also etwas und steigert seine Temperatur ein wenig (s. I. §. 49). Hat das Faß endlich die Temperatur des Dampfes erreicht, so kann sich kein Dampf mehr verdichten und der Dampf muß einen Ausweg haben. Und den verschafft er sich, indem er das in der Röhre c angesammelte Wasser hinauswirft, — in wenigen Minuten ist das Ziel jedesmal erreicht. Das Faß wird

von der Unterlage abgenommen und ein anderes an seine Stelle gebracht u. s. f. Die gedämpften Fässer werden dann noch mit kaltem Wasser gespült.

Fig. 106.



Man kann auch den Dampf durch das Zapfloch einführen, wobei das Spundloch Anfangs offen bleibt. Nachdem die Luft vertrieben ist, verschließt man das Spundloch locker und unterbricht das Dämpfen, sobald der Dampf in Masse neben dem Spund herauspfeift.

Gall's „tragbare" Dampferzeuger*) eignen sich vortrefflich zu dieser Operation.

§. 8.

Wird nun ein so gesäubertes Faß mit Bier gefüllt, so dringt die Flüssigkeit bis zu einiger Tiefe in die Holzmasse ein, — auch kleine Hefenzellen folgen der Flüssigkeit und wachsen in der Holzmasse aus. Ist das Faß entleert, so wird man durch bloßes Brühen desselben weder das Bier, noch weniger aber die Hefenzellen aus der Holzmasse extrahiren können. Die Anwendung von Dämpfen allerdings zieht das Bier aus, kann aber der Hefe nicht beikommen.

*) Solche Dampferzeuger lasse ich auf Verlangen anfertigen und garantire deren Leistung.

*

* * *

Würde nun ein solches Faß sofort wieder gefüllt, so wäre kaum ein Nachtheil zu befürchten. Allein die Fässer bleiben meistens (und die Transportfässer stets) eine Zeitlang leer stehen. Durch den Zutritt der atmosphärischen Luft wird dann das im Holz steckende Bier sauer und die ebenda steckende Hefe beginnt zu faulen. Nur sehr durchgreifendes Dämpfen kann ein solches Faß wieder brauchbar machen.

Allerdings bietet das Schwefeln der entleerten Fässer (s. I. §. 77) ein vortreffliches Mittel, um diesen Gefahren vorzubeugen. Allein wo sind die Zapfwirthe die sich eine solche Last aufladen? — Die leeren Transportfässer sind, bei der Wiederankunft in der Brauerei, fast alle im verwahrlosesten Zustande. Es ist Thatsache, daß in England fortwährend große Mengen der kostbarsten Biere auf dem Transport zu Grunde gehen, weil die Fässer nicht in gesundem Zustande waren.

§. 9.

Um all' diesen Leiden vorzubeugen, hat man in vielen Gegenden (nach dem in Bayern gegebenen Beispiel) die innern Wandungen der Fässer mit einer dünnen Schicht Pech überkleidet. Natürlich kommt dieser Ueberzug auf die rohe Holzmasse zu liegen und es ist unnütz, das Holz zu brühen oder zu dämpfen. Diese Pechglasur schützt das Holz vor dem Eindringen des Bieres 2c. und sie ertheilt dem damit in Berührung stehenden Biere einen mehr oder weniger starken Pechgeschmack.

Dieser Pechgeschmack — wenn er nicht gar zu arg auf die Zunge fällt — gilt in manchen Orten als eine Annehmlichkeit und Biertrinker „von ächtem Schrot und Korn" loben sich ihr „Pechbier". An andern Orten dagegen können sich die Konsumenten nicht mit dem Pechgeschmack versöhnen, so namentlich in England und Frankreich. Wie da zu helfen ist, steht im „Bierbrauer" 1861, S. 145; — hier folgen einige Worte über das „Faßpichen".

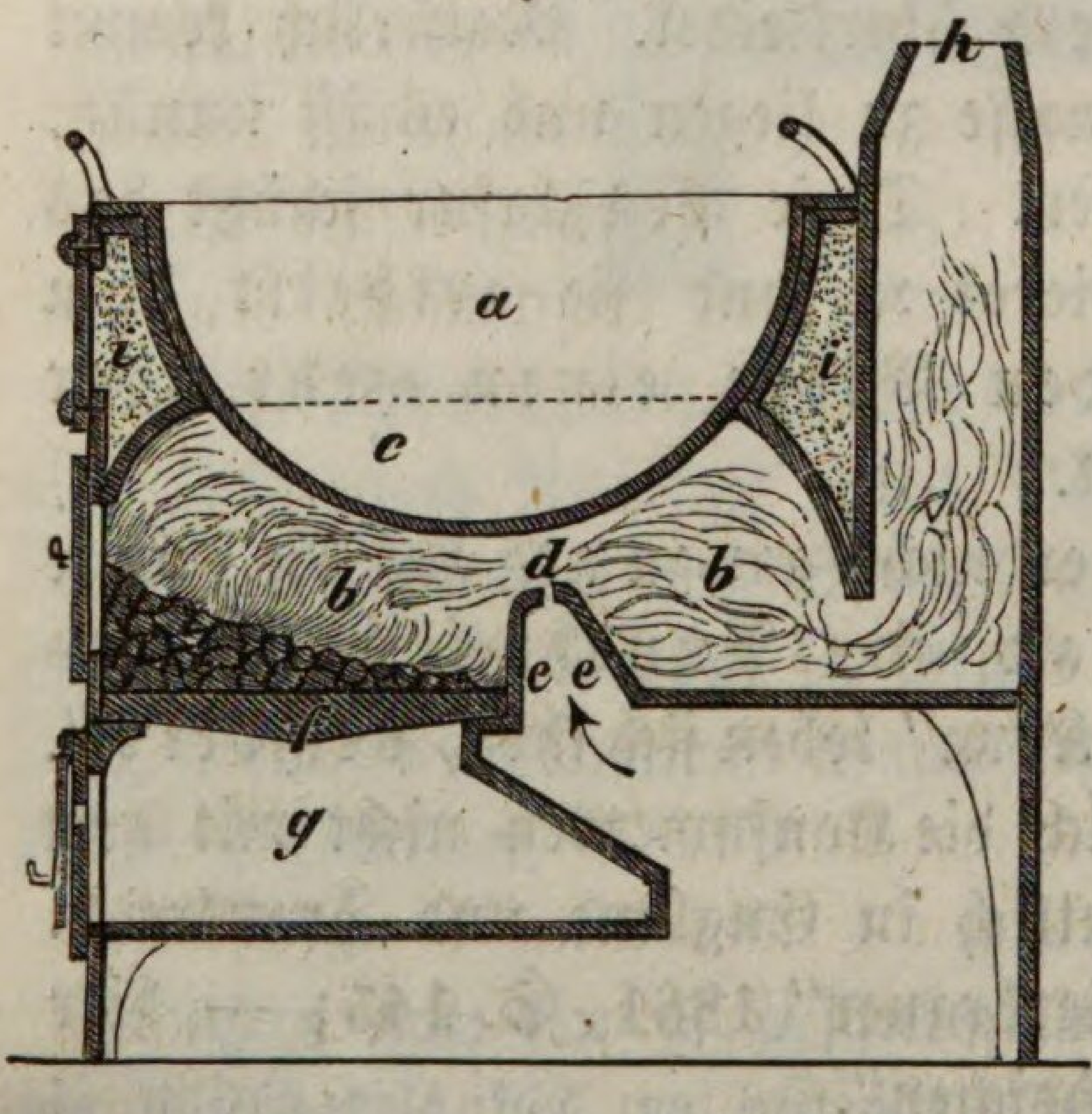
Das Faßpichen will praktisch gelernt sein und erheischt Uebung und große Akkuratesse. Es gelten zunächst als Grundsätze, daß die Pechschicht so dünn als möglich das Holz überzieht und daß das Pech nicht höher erhitzt wird, als um diesen Ueberzug möglich zu machen. Denn — — bei zu dicker Pechkruste springen leicht da und dort Pechtheile aus, die Oberfläche wird unglatt, es bilden sich Vertiefungen als unerreichbare Schlupflöcher für Hefe, — diese

Hefentheile werden beim Reinigen nicht entfernt, gerathen im leeren Faß in Verwesung und das darauf gelegte Bier erhält einen waschlumpigen Geruch und Geschmack. Und ferner — wird das Pech zu sehr erhitzt in das Faß gebracht, so entweichen theils aus dem Holze fortwährend Wasserdämpfe und veranlassen Blasen in der Pechkruste (die sehr leicht zerbrechlich sind und ebenfalls Vertiefungen im Gefolge haben), theils gehen die feinern flüchtigen Theile des Pechs in die Luft und das hinterbleibende Pech beschenkt das Bier mit dem Geruche des gemeinen Schusterpechs.

Das Pech (s. I. §. 170) — entweder gutes Tyrolerpech oder nach Dr. Winckler's Anweisung bereitet — wird in einem gußeisernen Kessel, der in einem tragbaren Feuerherde steckt, geschmolzen. Sehr zu empfehlen ist der amerikanische Pechkessel, welchen Fig. 107 in $^1/_{16}$ der natürlichen Größe darstellt; — er faßt etwa 50 Kilogramm Pech. Alle Theile sind aus Gußeisen.

Der Kessel a sitzt in dem Feuerkasten b so, daß der Boden nur bis zur punktirten Linie c dem Feuer exponirt ist, weshalb man denn auch kleinere Portionen Pech drin schmelzen kann. Den Fuchs bilden die beiden Wände ee, welche einen Schlitz frei lassen, durch den (behufs vollständigerer Verbrennung der Heizgase) die atmosphärische Luft eintritt. f ist der Rost, g der Aschenfall. Auf den Schornstein-Ansatz h steckt man beim Heizen ein Blechrohr, welches oben ein Knie in einem Winkel von 120° trägt. Die Oeffnung dieses Rohres wird nach dem Winde gedreht. Die Zwischenräume i i der Kessel-Umkleidung sind mit Asche (als schlechtem Wärmeleiter) gefüllt.

Fig. 107.



Ist das geschmolzene Pech so heiß geworden, daß die Dampf-Entwickelung ziemlich lebhaft ist, so gießt man eine angemessene Menge (wieviel? das muß eben durch die Praxis gelernt werden) Pech in das an der einen Kopfseite geöffnete Faß. Um das dadurch erkaltete Pech wieder dünnflüssig zu machen, zündet man es durch ein glühendes

Eisen an und läßt es einige Augenblicke brennen. Hält man den Faßboden vor die Oeffnung, so erlischt die Flamme. Ist der Boden durch die Dämpfe genügend vorgewärmt, so wird das Faß zugeschlagen und zunächst auf beide Böden gestürzt, dann aber bis zum völligen Erkalten gewälzt, wobei der Spund einigemal gelüftet wird, damit das Pech durch die eindringende kalte Luft zum Erstarren gebracht wird.

§. 10.

Die Vortheile des Faßpichens stoßen indessen wegen des dem Biere ertheilten Pechgeschmackes an manchen Orten auf Widerstand. Um also hier abzuhelfen, muß man die Holzsubstanz mit einem Stoff ausfüllen, welcher alle Poren derselben verstopft und das Eindringen des Bieres ꝛc. unmöglich macht. Ich habe einen dieses Ziel vollständig erreichenden Weg aufgefunden, der Jedem gegen Honorar gezeigt wird (s. Bierbrauer 1861 S. 145). Die Substanz, mit welcher das Holz getränkt wird, wird unauflöslich und nimmt kein Wasser auf, — das Bier kann nicht in die Masse eindringen und es findet also auch kein Verlust in Folge von Verdunstung durch die Faßwände Statt. Die Oberfläche des Holzes bleibt dabei vollständig glatt und es können sich keinerlei Sprünge und Unebenheiten bilden, die das Reinigen erschweren. Die wirksame Substanz besitzt keinen Geruch und (weil sie unlöslich ist) auch keinen Geschmack, den sie dem Biere mittheilen könnte. — Die Präparation bedarf, einmal vollendet, nie einer Wiederholung.

Pleß hat ebenfalls Vorschläge zu solchen Holzpräparationen gemacht, über die im „Bierbrauer" 1861 S. 138 berichtet wurde.

Wie der Schimmelbildung auf der Außenseite der Fässer zu begegnen ist, wurde bereits I. §. 246 erwähnt.

Um die Fässer vor der nachtheiligen Einwirkung der Feuchtigkeit zu bewahren, pflegt man auch mit gutem Erfolge dieselben (nachdem sie vollkommen trocken sind) mit gekochtem Leinöl heiß anzustreichen. Ist der erste Anstrich vollkommen trocken, so bringt man noch einen zweiten (wobei man etwas Kolophonium zusetzen kann) darauf. Dadurch sind auch die eisernen Reife vor dem Rosten geschützt.

§. 11.

Haben die Fässer inwendig Schimmel angesetzt und dadurch einen dumpfigen Geruch bekommen, so muß man zu einer durchgreifen-

den Kur schreiten. Entweder dämpft man sie aus (s. S. 243), wobei man das Dampfrohr durch's Zapfloch einführt und die Operation so lange fortsetzt, bis der neben dem Spund durchdringende Dampf keinen Schimmelgeruch mehr besitzt, — das Faß wird dann mit heißem und zuletzt noch mit kaltem Wasser nachgespült; oder man bedient sich der verdünnten Schwefelsäure, wie I. §. 79 gezeigt wurde.

Zum Reinigen der ungepichten Fässer, deren Holzwände sich voll Bier gesogen haben, hat Chatelain folgenden Weg eingeschlagen (s. I. §§. 82 u. 86). Die Fässer werden erst mit einer Auflösung von Soda behandelt und, nachdem alle Wandungen des Fasses damit getränkt waren, läßt man alle Flüssigkeit auslaufen und spült rasch mit etwas Wasser nach. Nun bringt man etwas verdünnte Salzsäure hinzu. Diese treibt aus der Soda die Kohlensäure unter Aufbrausen aus und der in der Holzmasse mobil gemachte Gasstrom treibt alle in den Poren steckenden Hefentheile vor sich her, — dann wird wieder mit Wasser gut gespült. — Das Verfahren erfüllt seinen Zweck, aber — — es ist unnöthig für präparirte Fässer.

§. 12.

Auch die Größe der Fässer hat unter Umständen einen wesentlichen Einfluß auf die Entwickelung des Bieres beim Lagern.

Erinnern wir uns, daß, wenn der Umfang eines Kreises zunimmt wie die Zahlen 1, 2, 3, 4 u. s. w., die Größe des Inhalts dieser Kreise gewachsen ist bis auf die Zahlen 1, 4, 9, 16. Es ist ersichtlich, daß kleinere Fässer im Verhältniß zum Inhalt mehr Oberfläche besitzen als größere.

Folge davon ist,

a) daß alle Schwankungen der Temperatur des Kellers auf das in kleinern Fässern lagernde Bier rascher einwirkt, als bei größern Gebinden; —

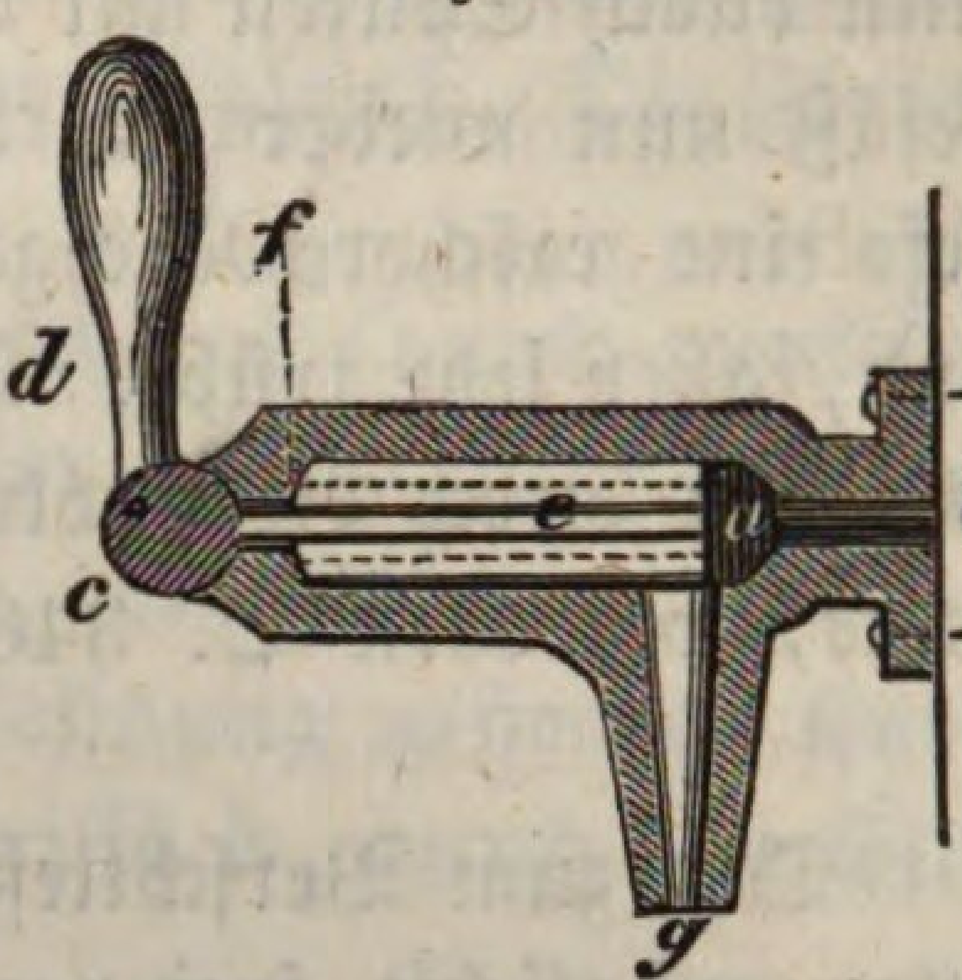
b) daß die Oberfläche des Faßgelägers (von welchem bekanntlich die Nachgährung ausgeht) bei einem kleinen Faß mit einer verhältnißmäßig viel geringern Menge des Bieres in Verkehr tritt, als bei einem größern, — daß mithin auch die Nachgährung in großen Gefäßen am langsamsten von Statten geht und sich die Biere also darin am besten konserviren lassen; —

c) daß bei Pechfässern das Bier den gleichen Grad des Pechgeschmacks auf kleinen Gebinden in kürzerer Zeit erreicht, als bei großen.

§. 13.

Der Hahn, welcher dem Biere den Ausmarsch aus dem Faß gestattet, hat sich neuerdings mancherlei Reformen unterwerfen müssen, die auf dichtern Verschluß und erleichterte Reinigung abzweckten.

Fig. 108.



Viel Beifall fand der von Fürstedter konstruirte Hahn, welcher in Fig. 108 gezeichnet ist. Der dichte Verschluß wird hierbei durch eine Platte vulkanisirten Kautschuks bewirkt, welche das Ventil a umkleidet und so den nach dem Faß führenden Kanal b absperrt. Den hierzu nöthigen Druck übt man durch die excentrische Scheibe c, welche vermittelst des Griffs d um ihre Axe gedreht werden kann. Hat der Griff die Stellung wie in der Zeichnung, so drückt die Scheibe auf den Stift e, der sich in der Stopfbüchse f hin und her bewegen kann und an welchem das Ventil befestigt ist; der Stift wird vorwärts getrieben in der Richtung nach dem Fasse zu, und der Hahn ist geschlossen. Drückt man aber den Griff abwärts, so kann sich der Stift in der entgegengesetzten Richtung bewegen, — der Druck der Flüssigkeit im Fasse öffnet das Ventil und das Bier fließt bei g ab. — Gereinigt wird dieser Hahn nach Abschrauben der Stopfbüchse.

Soll Bier auf Flaschen gefüllt werden, so muß die Abflußöffnung des Hahnes eine bis auf den Boden der Flasche reichende Verlängerung erhalten, damit nicht soviel Schaum entsteht. Die einfachste Weise ist, über das Abflußrohr ein Rohr von vulkanisirtem Kautschuk zu ziehen und allenfalls zu umschnüren. Bei stets geöffnetem Hahn hemmt man dann den Ausfluß durch Plattdrücken des Rohrs zwischen Daumen und Zeigefinger, was leicht zu machen ist. Auch die Biegsamkeit des Kautschukrohrs giebt dieser Vorrichtung den Vorzug vor den langschnäbligen Blechtrichtern.

§. 14.

Ueber die Flaschen und Krüge ist wenig zu sagen. Die Halsöffnung derselben muß kreisrund und der Halz cylindrisch sein, um einen dichten Verschluß zu erzielen.

Bei den Krügen (von Steinzeug) hat man darauf zu achten, daß die Masse auch wirklich dicht genug ist; — ist der Krug nicht

genügend gebrannt, so ertheilt er selbst dem zuerst darauf liegenden Biere einen erdigen Geschmack.

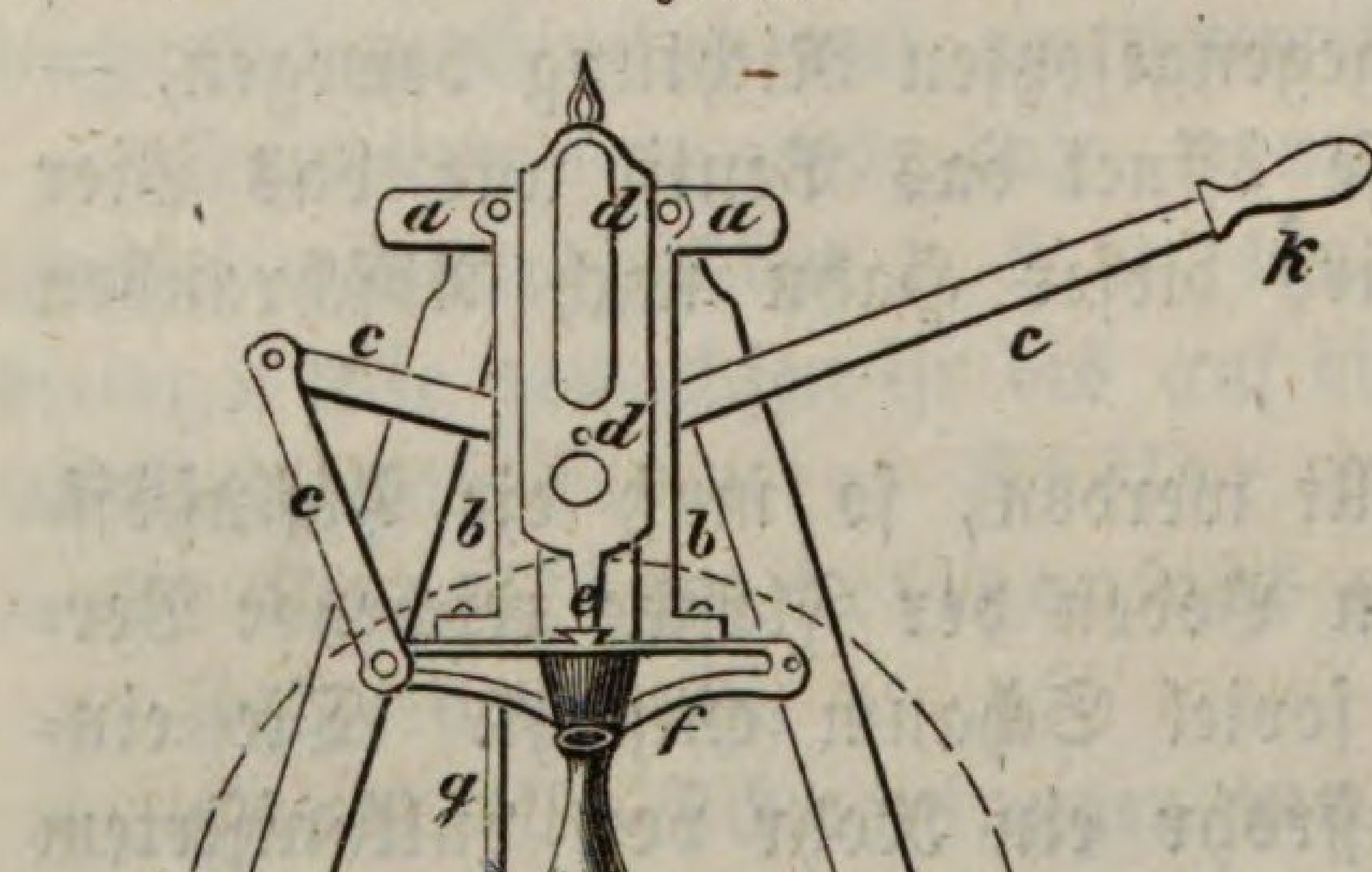
Flaschen und Krüge, auf welchen bereits Bier gelagert hat, haben stets einen geringen Ueberzug von Hefe an den Wandungen, der sich beim raschen Austrocknen der Flasche sehr fest anlegt und dann durch Spülen mit Wasser nicht entfernen läßt. Wird ein solches Gefäß nun wieder mit Bier gefüllt, so leitet die noch lebenskräftige Hefe eine raschere Nachgährung ein, — das Bier wird schnell moussirend, aber sehr trübe. Derartige Hefenablagerungen beseitigt man am sichersten durch Behandlung mit Sodaauflösung und verdünnter Salzsäure, wie oben S. 346 gezeigt wurde.

§. 15.

Die zum Verschließen der Flaschen verwendeten **Korkstopfen** sollen möglichst frei von Wurmlöchern sein und sich überall drücken lassen, ohne rissig zu werden. Nur solche dichte Korkstopfen können nach sorgfältigem Abwaschen wiederholt Verwendung finden.

Die Form des Stopfens muß cylinderisch sein. Zugespitzte Stopfen erleichtern wol das Zustopfen, gewähren aber keinen andauernd dichten Verschluß.

Fig. 109.



Beim Verstopfen der Flaschen pflegt man den Kork zuvor zwischen der „Korkpresse" zu erweichen, um ihn so durch Zusammendrücken nur erst **in** den Flaschenhals zu bringen und dann vermittelst eines hölzernen Schlägels tiefer hineinzutreiben, welches letztere aber (**wegen** der Elasticität des Korks) seine Schwierigkeit hat. Eine Maschine, wie sie z. B. Fig. 109 zeigt, hilft hierbei leicht ab. Diese Konstruktion gehört M. **Chalopin** in Paris, — sie hat den Vorzug der leichten Transportabilität und wird vor dem Fasse aufgestellt, welches abgezogen werden soll. Zwei Mann besorgen dann das Geschäft, — der eine hält die Flaschen, der andere verkorkt sie.

Die Maschine besteht aus dem Holzgestell a a, an welchem die beiden Führungen b b befestigt sind. Zwischen diesen bewegt sich vermittelst des Hebelwerks c c der Kreuzkopf d, welcher in den Stift e ausläuft. Letzterer paßt in die konische Aushöhlung des Querstücks f. An diesem Querstück sitzt ein runder mit Gewinde versehener Draht g, auf welchem sich die Platte h verschieben und vermittelst zweier Muttern feststellen läßt (je nach der Höhe der Flasche). Die Flasche wird durch die Gabel gehalten.

Beim Gebrauch lehnt man die Maschine an das (durch punktirte Linien angedeutete) Faß, aus welchem das Bier abgezogen wird, und stellt den Träger h so, daß die Mündung der Flasche unter die Oeffnung f zu stehen kommt. Ein in die Oeffnung gesteckter Korkstopfen wird dann, beim Niederdrücken des Griffs k, durch den Stift a in den Flaschenhals getrieben.

Dritter Abschnitt.

Das Klären.

---

§. 16.

Wir haben oben gesehen, daß der Grund der Unklarheit eines Bieres verschieden sein kann. Deshalb werden auch die Heilmittel verschieden sein müssen. In der That hat sich die Praxis auch schon ziemlich mannichfaltig gestaltet. Sehen wir uns die hauptsächlichsten dieser Klärmittel an und überlegen wir, wie dieselben wirken. Daß eine jede Hefentrübung

nach einer Untergährung durch Erniedrigung der Temperatur,

nach einer Obergährung mit Kernhefe durch Ausstoß auf dem spundvollen Fasse bei gewöhnlicher oder auch höherer Temperatur, — und

nach einer Obergährung mit gemischter (sog. Schmier-) Hefe durch Hefenausstoß auf dem spundvollen Fasse und nachträgliches Lagern im kühlsten Keller

vollständig beseitigt werden muß, ohne daß man zu an-

dern Hülfsmitteln zu greifen hat, das weiß der Leser längst. Dennoch benutzen gar viele Brauer

a) die Spanfässer zur Beschleunigung der Klärung des Schenkbieres.

Es werden zu dem Ende aus (möglichst grünem) Buchenscheitholz dünne lange Späne gehauen, — die gewöhnliche Manier, spiralförmige Späne zu hobeln, ist weniger gut (s. weiter unten). Mit diesen Spänen werden die ungepichten Lagerfässer locker gefüllt und entweder einigemal gebrüht und mit kaltem Wasser gefüllt, oder (am besten) gedämpft und ebenfalls mit Wasser extrahirt. Das Auswässern muß so lange wiederholt werden, bis das Wasser farb- und geschmacklos abfließt. Viele pflegen die Späne nun erst wieder trocken werden zu lassen, ehedenn sie unter Bier gesetzt werden, — es ist das aber eine höchst überflüssige Arbeit, weil ja die Späne nach jedem Säubern unter Wasser gesetzt und also mit Wasser getränkt verwendet werden.

Wird nun ein solches Faß mit dem von dem Gährbottich abgelassenen Biere gefüllt, so überkleiden sich die Oberflächen der Späne (kraft des Gesetzes der Geselligkeit) mit den trübenden Substanzen (Hefe, Glutin, Hopfenharz) und das Bier wird in kürzester Frist glanzhell. Natürlich muß das Abzapfen des Bieres von den Spanfässern mit großer Vorsicht geschehen, damit die zur Ruhe gekommenen trübenden Substanzen nicht wieder aufgerüttelt werden.

War das auf die Spanfässer gebrachte Bier bereits ziemlich klar, so haben die Späne natürlich nur wenig trübende Stoffe an sich reißen können. Und dann kann man ein solch entleertes Spanfaß ohne Weiteres wieder mit Bier füllen. Es würde sogar zum dritten ꝛc. Male als Klärmittel seine Schuldigkeit thun, wenn nicht eine andere Rücksicht Halt geböte.

Die Oberflächen der Späne sind mit Hefe überkleidet und so ragt die Urheberin der Nachgährung — anstatt im Faßgeläger fast nur an der Oberfläche der Schicht zu wirken — hier durch alle Schichten des Bieres und beschleunigt die Nachgährung. Mit jeder neuen Füllung des Fasses macht sich dieser Einfluß in größerm Umfange geltend und die Spannung der Kohlensäure in einem gespundeten Faß steigt rasch so sehr, daß beim Abzapfen des Bieres eine tumultuarische Bewegung eintritt und die Erhebung der Hefe herbeiführt.

Man muß also die Späne nach zweimaligem Gebrauch jedenfalls säubern. Man füllt etwas kaltes Wasser hinzu und sucht durch anhaltendes Wälzen des Fasses den Ueberzug der Späne loszulösen, — man wiederholt diese Waschungen, so lange das Wasser noch trübe abläuft. Dann wird das Faß gebrüht oder gedämpft und bekommt eine Füllung von frischem Wasser, bis es wieder gebraucht wird. Dieser Reinigungsproceß läßt sich selbstverständlich leichter bei den langen, ungelockten Spänen bewirken, als bei den spiralförmigen.

Ist der Ueberzug der Späne reich an Glutin, so ist die Auflösung desselben nur in der Siedhitze möglich.

Da der böse Wille oder die Faulheit des Braupersonals durch eine mangelhafte Säuberung und Leerstehen der Spanfässer großes Unheil anstiften kann, so erscheint die Anwendung dieses Klärmittels nirgends rathsam.

§. 17.

Die Kohlensäure leistet häufig den Dienst eines Klärmittels. In dieser Weise wirkt sie z. B. bei der Nachgährung des ober- oder untergährigen Bieres auf spundvoll gehaltenen Fässern. Bei obergährigem Biere erscheint auf dem Spundloch eine Schaumhaube von Hefe, die durch die Kohlensäure hinausgetrieben ist, sammt den Trübungen von Glutin und Hopfenharz. Untergähriges Bier giebt unter gleichen Verhältnissen einen mehr braunen Schaum, der nur wenig Hefe (weil die Unterhefe in's Faßgeläger geht) enthält und meistens aus Hopfenharz und Glutin besteht. Diese Wirkung der Kohlensäure zeigt sich als beendigt, wenn am Spundloch ein rein weißer Schaum — die „Blüte" — erscheint. — Auch das Wälzen der Fässer voll obergährigen Bieres in wärmern Lokalen (s. S. 325) gehört hierher.

Lagert das untergährige Bier auf Fässern, die nicht spundvoll sind, so kann natürlich diese Art der Klärung nicht stattfinden, — dann wirkt sogar

§. 18.

die Kohlensäure als Träger der trübenden Substanzen. Die Kohlensäure-Bläschen, welche unaufhörlich vom Faßgeläger emporsteigen, lassen die trübenden Theile nicht zur Ruhe kommen. Es giebt zwei Wege zur Abhülfe.

Entweder kühlt man so weit ab, daß alle Kohlensäure im Biere aufgelöst wird und kein Schaum mehr an der Oberfläche entsteht, —

ein Verfahren, welches nur in Bottichen mit Kühlschlangen, durch welche Eiswasser strömt, ausführbar ist; —

oder man verjagt die Kohlensäure, welche beim Lagern doch wieder in genügender Menge zum Vorschein kommt. Das geschieht am einfachsten durch Auflösen von etwa's Kochsalz (s. I. §. 262), etwa 1 Kilogramm Kochsalz auf 10 Hektoliter Bier. Beim Auflösen des Kochsalzes entweicht die Kohlensäure unter starkem Aufschäumen; — wird die Oberfläche nach wiederholtem Aufrühren kahl, so senken sich die schwebenden Körper zu Boden.

In beiden Fällen muß das Bier von dem Trub abgezapft werden, sobald es klar ist.

§. 19.

Das sind die einzigen Mittel, welche das Bier klären, ohne ihm dagegen eine fremdartige Substanz mitzutheilen. Bei der nachfolgenden Methode ist das nicht der Fall.

Aus I. §. 157 wolle sich der Leser erinnern, daß der Thierleim sich mit Säuren zu verbinden vermag, daß aber diese Verbindung durch Verdünnung mit sehr wässrigen Flüssigkeiten (z. B. Bier) wieder zersetzt wird, wobei sich der Leim unverändert ausscheidet, die trübenden Theile umhüllt und mit sich fortreißt.

Das Material, welches den Thierleim liefert, ist die Hausenblase. Unter diesem werden die gereinigten und getrockneten Schwimmblasen gar verschiedener Fische in den Handel gebracht, — auch Fischgedärm wird als Hausenblase verkauft, ist aber von weit geringerer Qualität. Eine gute Hausenblase soll in kaltem Wasser aufschwellen, ohne sich zu lösen; nach Zusatz von Weinsteinsäure aber muß sich eine gleichförmige schleimige Masse bilden. Unächte Hausenblase löst sich entweder bald auf und wird zur Gallerte (dann ist sie mit Knochenleim verfälscht) oder sie wird von Weinsteinsäure nicht gelöst (dann ist's Fischgedärm).

Diese Hausenblase wird nun vorher geklopft und in Stücken zerschnitten, wonach man sie mit Wasser übergießt und so lange (etwa 24 Stunden) aufquellen läßt, bis sie sich leicht mit den Fingern zerzupfen läßt. Das Wasser wird abgegossen, weil es einen Fischgeruch hat. Die aufgequollene Masse übergießt man dann mit einer Auflösung von 1 Kilogramm Weinsteinsäure in 50 Liter kaltem Wasser für je 2 Kilogramm Hausenblase. Die saure Flüssigkeit vereinigt sich allmälig mit dem Thierleim, und man setzt dann nach und nach unter

öfterm Umrühren soviel kaltes Wasser zu, bis eine gleichförmige schleimige Masse entsteht, die dann durch ein Haarsieb getrieben wird und an einem kühlen Ort in Flaschen oder Krügen aufbewahrt wird. Eine solche Auflösung zeigt etwa 6 Saccharometergrade.

Bei der Anwendung wird das nöthige Quantum dieses Schleims (etwa 1 Liter für je 200—250 Liter trübes Bier) mit etwas Bier gemischt, dann dem trüben Bier zugesetzt und heftig durcheinander geschüttelt. Der Thierleim soll sich zu Boden setzen, es darf deshalb keine Kohlensäure-Entwickelung eintreten, — das Bier muß entweder vorher durch Schütteln von der Kohlensäure befreit sein, oder es bleibt fest gespundet liegen. Nach 24 Stunden muß das Bier klar abgezapft werden können.

Durch dieses Klärmittel bekommt das Bier einen geringen Gehalt an Weinsteinsäure, der nicht unangenehm ist, — häufig aber wird es nebenher auch noch mit einem schwachen Fischgeruch beschenkt.

In England pflegt man, statt der Weinsteinsäure-Lösung, saures Bier zur Hausenblase zu bringen, — da ist also der Thierleim in Essigsäure gelöst und das Bier behält nach der Klärung diese Essigsäure zurück. Der Haltbarkeit eines stark vergohrenen Bieres wird dadurch sicher ein empfindlicher Stoß gegeben.

Vierter Abschnitt.

Die Regulirung des Vergährungsgrades.

§. 20.

Um die Frage nach dem richtigen Vergährungsgrade mit Sicherheit beantworten zu können, ist vor allen Dingen nöthig, daß man den von den Konsumenten am meisten geliebten Vergährungsgrad ermittelt.

Ferner müssen die zur Gährung gebrachten Würzen gleichen Extraktgehalt haben, — und etwaige kleine Differenzen vom Normalgehalt müssen am Lagerfasse bemerkt sein.

Durchstreicht man nun den Keller mit dem Saccharometer in der Hand, so stellt sich bei den Bieren mit Würzen von normalem Ge-

halt der richtige Zeitpunkt zum Ausschank jedesmal heraus, wenn die „Differenz" der Saccharometer-Anzeigen ebenfalls die normale ist. Z. B. man habe ermittelt, daß die Mehrheit unserer Biertrinker bei einem aus einer 12procentigen Würze gebrauten Biere den Vergährungsgrad von 70 als den mundgerechtesten proklamirt hat. Dann wird die normale Saccharometer-Anzeige des Bieres auf folgende Weise ermittelt. Die 12 % der Würze müssen sich offenbar zu den durch die gesammte Gährung verschwundenen Graden verhalten wie 100 zu 70. Es sollen also durch die Gährung verschwinden $\frac{12 \times 70}{100}$ = 8.4 Grade. Und das reife Bier soll dann am Saccharometer noch zeigen 12 — 8.4 = 3.6 Grade. Man braucht also bei normalem Würze-Gehalt immer nur diese Saccharometer-Anzeige im Auge zu behalten.

War der Würze-Gehalt etwas abweichend, so muß auch die Saccharometer-Anzeige des Bieres anders werden, — bei $12\frac{1}{2}$procentigen Würzen z. B. müssen $\frac{12.5 \times 70}{100} = 8\frac{3}{4}$ Grade verschwinden und das Bier muß $3\frac{3}{4}$ Grade zeigen.

Zeigt das Bier mehr Grade, als berechnet wurden, so erscheint es für unsere Bierzungen noch nicht reif. Zeigt es aber weniger Grade, so nennt man es zu alt und wünscht ihm mehr Jugendfrische. Im erstern Falle läßt man es in der Erziehungsanstalt sich weiter fortentwickeln. Was aber macht man im andern Falle?

§. 21.

Das Bier muß verjüngt, d. h. die fehlende Glykose muß ihm wieder zugesetzt werden. Man erreicht das Ziel durch angemessenen Zusatz von gehopfter Würze oder Kräusenbier oder Kolonialsyrup oder Kartoffelzucker.

1) Wieviel Würze man dem Biere zusetzen muß, läßt sich nur annähernd bestimmen, da das Gemisch ja doch wieder eine neue Gährung durchmachen muß. Man thut am besten, sich den Vergährungsgrad als Ziel zu setzen, mit welchem man das Jungbier aus den Gährbottichen in die Lagerfässer zu bringen pflegt, — also z. B. 55. Nehmen wir an, das Lagerbier sei aus einer 12procentigen Würze bis auf 2.7 Saccharometergrade vergohren und soll vermittelst einer 12procentigen Würze auf einen Vergährungsgrad = 55 zurückgeführt werden. Dividirt man nun mit dem Vergährungsgrade des Lagerbieres in den gewünschten Vergährungsgrad und multiplicirt mit 100, so zeigt das Produkt die Ge-

wichtsmenge Bier an, welche zu nehmen ist, um durch Zumischen von Würze 100 Gewichtstheile verjüngtes Bier zu liefern.

Im obigen Falle also war der Vergährungsgrad des Lagerbieres = 77.5. Und es müssen $\frac{55}{77.5} \times 100$ = ungefähr 71 Pfund Lagerbier mit 29 Pfund Würze gemischt werden. Für die Praxis ist es natürlich vollkommen ausreichend, anstatt der Gewichtstheile Maaßtheile zu nehmen.

Hat die Gährung des Bieres begonnen, so halte man das Faß stets spundvoll, damit das Harz vollständig ausgestoßen wird. Ist das Bier wieder klar, so ziehe man es ab von der Hefe, wenn es noch längere Zeit sich halten soll. Schenkbier kann auf der Hefe liegen bleiben.

§. 22.

Man bedient sich zur Verjüngung des Bieres am häufigsten des „Kräusenbieres", d. h. einer in dem Stadium der beginnenden Kräusen-Gährung befindlichen Würze. So verbreitet auch diese Praxis des „Kräusenfassens" ist, so unklar sind die Meinungen über den Zweck desselben. Und in der That kommt es nur darauf an, wie man die Sache angreift, um zwei ganz entgegengesetzte Zwecke zu erreichen.

Es kommt nämlich Alles darauf an, ob man das „gekräuste" Bier nach wieder eingetretener Klarheit von der neugebildeten Hefe abzieht oder ob man es darauf liegen läßt. Im ersten Falle hat man das Bier verjüngt und in Folge des Lauterfassens eine recht langsame Nachgährung herbeigeführt. Läßt man aber das verjüngte Bier auf der Hefe liegen, so ist der Erfolg, ebenso wie beim Grünfassen des Jungbieres, eine Beschleunigung der Nachgährung.

Wirklich hat das Kräusen der Schenkbiere, wie es sich bei untergährigen Bieren seit einigen Jahrzehnten Bahn gebrochen hat, hauptsächlich den letztern Zweck. Die Praxis ist nämlich folgende: Das klar gewordene Schenkbier wird in kleine Fässer, welche die angemessene Portion Kräusenbier enthalten, gezapft. Ist die Gährung vorüber, so wird das Faß gespundet (s. S. 357) — das Bier bleibt also auf dem Faßgeläger liegen und die Nachgährung ist eine beschleunigte. Es liegt auf der Hand, daß wir bezüglich der Menge des zuzusetzenden Bieres bei diesem Zwecke uns nicht

um die obige Regel (§. 21) zu kümmern haben. Die Praxis des Spundens solcher Biere bringt es mit sich, daß sie alsbald verzapft werden müssen, oder man muß den Spund wieder lüften. An eine Regulirung des Vergährungsgrades ist also bei solch rohem Verfahren nicht zu denken.

Die Regeln über die Menge des zuzusetzenden Kräusenbieres lauten unter obwaltenden Umständen natürlich ziemlich verschieden. Die Einen bemessen diese Menge lediglich nach der Temperatur des Wirthskellers und verordnen bei einer mittlern Temperatur von 5 bis 8° Kälte 9 Procent Kräusenbier, bei starker Kälte aber das doppelte Quantum und mehr. Andere richten sich neben der Temperatur des Kellers auch noch nach dem Vergährungsgrade des aufzukräusenden Bieres und nehmen bei „gut abgelagertem" Biere und kaltem Wetter etwa 12 Procent, bei jungem Bier und warmem Wetter etwa 8 Procent Kräusenbier.

Eine geriebene Bierzunge wird stets darauf halten, daß die unter dem Zapf befindlichen Biere einen gleichen Vergährungsgrad besitzen, und da diese Aufgabe durch die eben besprochene Verwendung des Kräusenbiers nicht erreichbar ist, so können wir diese nur als einen Auswuchs betrachten, den man recht bald beseitigen sollte.

Die rationelle Anwendung des Kräusenbiers zur Verjüngung der Lagerbiere erheischt unbedingt Abziehen des klar gewordenen Bieres von der neugebildeten Hefe (wenn es lange Zeit liegen soll), oder das Bier kann auf der Hefe liegen bleiben, bis es den normalen Vergährungsgrad hat, und wird dann gleich in Zapf genommen.

§. 23.

Die übrigen Methoden der Verjüngung haben auch mehr oder minder eine Veränderung des Charakters des Bieres zur Folge. Wollte man z. B. eine 12procentige Auflösung von Kolonialsyrup oder Kartoffelzucker als Zusatz verwenden, so würde dadurch zwar der Vergährungsgrad zurückgeführt werden, allein es würde zugleich eine Verdünnung des Hopfenharzes und der Eiweißstoffe stattfinden, — das verjüngte Bier würde weniger bitter und weniger vollmundig sein. Allerdings könnte man durch Kochen der Auflösungen mit Hopfen auch das nöthige Hopfenharz in Auflösung bringen, aber zur Wiederherstellung der zerrütteten Vollmundigkeit giebt es zur Zeit kein praktisches Mittel. Der beste Weg bei der Anwendung dieser Materialien bleibt also immer, sie in Form von Syrup ins Faß

zu bringen. Dieser Syrup senkt sich zu Boden und kommt mit dem Faßgeläger in Berührung, wodurch denn die Gährung beginnt, — ein Aufrühren ist unnöthig.

Daß durch diese Manipulation der geistige Gehalt des Bieres erhöht wird, springt in die Augen.

Fünfter Abschnitt.

Die Regulirung des Kohlensäure-Gehalts.

§. 24.

Die Kohlensäure ertheilt dem Biere höchst schätzbare Eigenschaften (s. I. §. 62) und jeder Brauer ist bemüht, sein Schenkbier reichlich mit Kohlensäure zu beladen. Die Wege nach diesem Ziele sind verschieden, — der gewöhnlichste ist

das „Spunden" (s. I. §. 61). Es wird nämlich der Spund so fest eingetrieben, daß die bei der Nachgährung gebildete Kohlensäure nicht entweichen kann, sondern sich im Biere auflösen muß. Hat das gespundete Bier hinreichend lange gelegen, so zeigt es beim Anzapfen einen stattlichen Schaum. Bleibt es aber zu lange in diesem Zustande auf dem Lager, so tritt (namentlich bei untergährigem Biere) ein störender Umstand ein. Beim Anzapfen eines solchen Fasses stürzt nämlich das mit Kohlensäure überladene Bier so gewaltig hervor, daß die bei der Nachgährung gebildete Unterhefe durch die auch vom Boden emporsteigenden Kohlensäureblasen gehoben wird und das Bier trübt. In solchem Falle muß der Spund gelüftet und nach dem Entweichen der hochgespannten Kohlensäure abermals fest eingetrieben werden. Man muß nun suchen, den rechten Augenblick zum Abzapfen des Bieres auf die Schenkfässer besser zu treffen. Und das pflegt man durch's Probiren zu erforschen. Es wird nämlich vermittelst eines Nagelbohrers ein Loch in den Faßboden gebohrt, welches mit einem hölzernen Zäpfchen verstopft wird. Von Zeit zu Zeit zieht man diesen Probirzapfen auf und beurtheilt die Spannung der Kohlensäure (den „Trieb") des Bieres nach dem Bogen, welchen der hervorspritzende Strahl beschreibt, — in je größerer Entfernung vom Fasse man ihn auffangen kann, um so größer ist die Spannung

im Fasse. Da wird nun so lange probirt, bis der Strahl die *richtige* Tragweite hat. Man sieht, die Probe ist langweilig und ein gewöhnlicher Deckmantel des Biersaufens im Keller. Ich habe deshalb einen *Ventilspund* konstruirt, der ein einfacher und untrüglicher Regulator der Spannung der Kohlensäure ist.

Fig. 110.

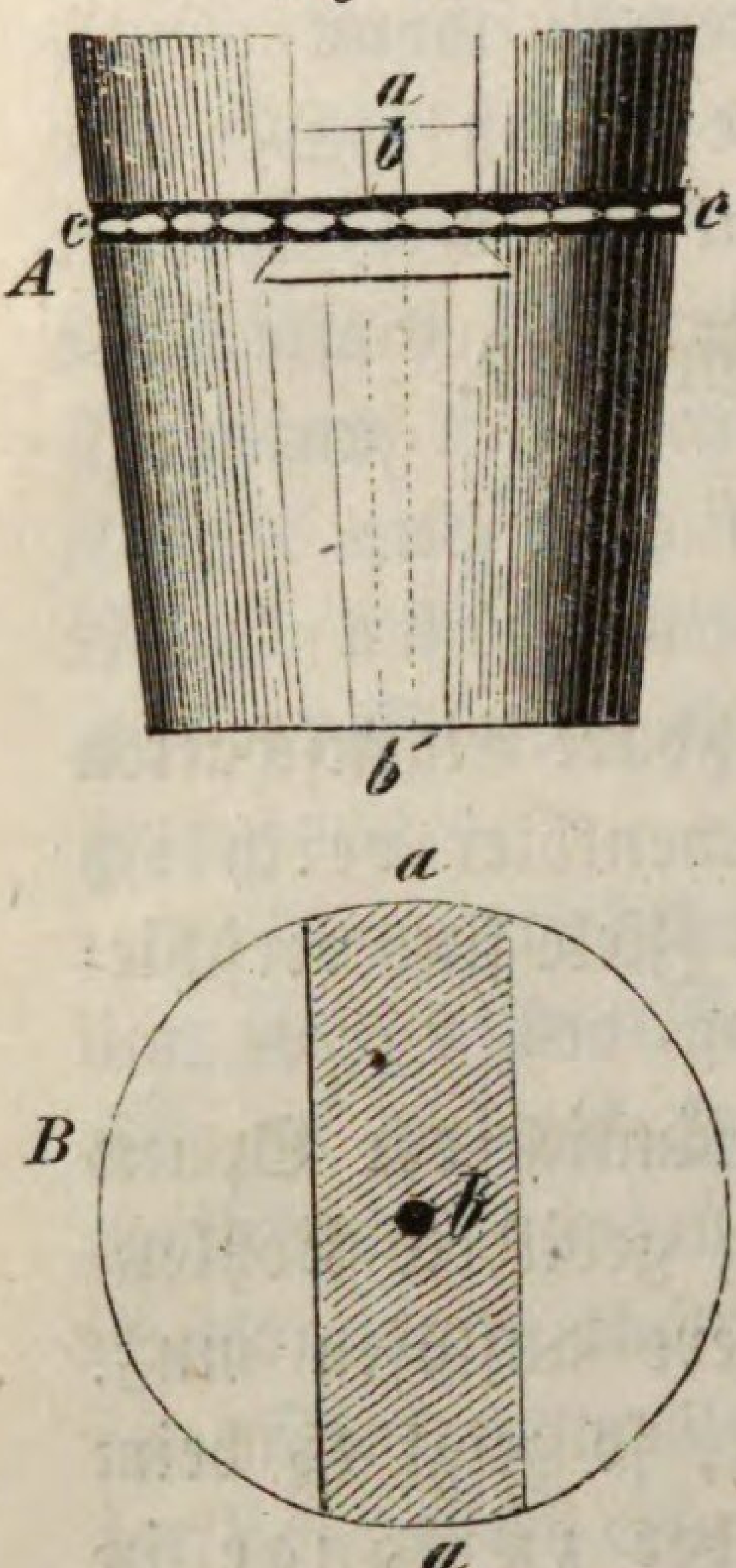


Fig. 110 giebt in A eine Seitenansicht, in B die Ansicht des Spundes von oben. Der Kopf des Spundes enthält eine ganz flache Rinne a a, im Mittelpunkt des Spundes ist ein Luftkanal b b durchgebohrt und ringsum ist die Vertiefung c c ausgekehlt. Ueber die Oeffnung b in der Rinne a a wird nun ein bandförmiger Streifen von dünnem vulkanisirten Kautschuk gezogen und dessen beide Enden angespannt, bis sie durch Umwickeln mit einer gewichsten Schnur in der Rinne c c befestigt sind. So ist der Ventilspund fertig.

Bläst man an der untern Seite durch die Oeffnung b′ Luft ein, so hebt sich die elastische Kautschukplatte oben bei b und die gepreßte Luft fährt mit Getöse heraus. Saugt man dagegen bei b′, so legt sich das Kautschukband bei b dicht vor und es dringt keine Luft von außen ein.

Man sieht, daß man es durch *größeres oder geringeres Anspannen* des Kautschukbandes *vor* dem Festschnüren ganz in der Gewalt hat, ihm größere oder geringere Widerstandsfähigkeit gegen das Durchblasen der Luft zu verleihen. Gerade so wird sich auch der Ventilspund verhalten, wenn er auf ein Faß Bier aufgesetzt wird. Erreicht die Kohlensäure eine gewisse Spannkraft, so hebt sich das Ventil und *der Ueberschuß entweicht*; dann schließt sich das Ventil, bis durch die fortwährende Nachgährung abermals die Ansammlung der Kohlensäure zu groß wird.

Je mehr wir den Streifen anspannen, desto mehr Druck muß vorhanden sein, um ihn zu heben, d. h. desto mehr Kohlensäure muß da sein, oder *desto moussirender wird das Bier*. Wir können also bei mittlerer Spannung dahin gelangen, ein hinreichend moussirendes Bier zu produciren, ohne die Hebung des Faßgelägers befürchten zu müssen.

§. 25.

Die mit dem Spunden überhaupt verbundenen Mißstände wurden bereits I. §. 61 aufgedeckt. Dieselben treten aber in der schroffsten Weise auf, wenn das Abfüllen des Bieres auf die Ausschenkfässer bei niedrigem Barometerstande geschah. Das unter diesen Verhältnissen abgefüllte Bier zeigt oft während des Abzapfens einen auffallenden Schaum, weil wegen des verminderten Luftdrucks (welchen ja das Barometer anzeigt, s. I. §. 71) die größte Menge der Kohlensäure schon beim Abzapfen entweicht. Kommt nun das Fäßchen in die Schenke, so steht das daraus gezapfte Bier nur mit wenigem Schaum im Glase und wird bald ganz kahl, zumal wenn das Barometer inzwischen wieder gestiegen ist.

Deshalb soll man bei niedrigem Barometerstand nie zum Abzapfen des Bieres auf die Schenkfässer schreiten.

§. 26.

Besser als das Spunden ist eine niedrige Kellertemperatur (von 4 bis 5°) als Hülfsmittel zur Bereicherung des Bieres mit Kohlensäure. Der Spund wird dann auf das Spundloch nur so lose aufgesetzt, daß keine Spannung der Kohlensäure im Fasse stattfinden kann. Solches Bier enthält also nur deshalb eine größere Menge Kohlensäure, weil sich bei der niedrigen Temperatur mehr Kohlensäure mit dem Wasser verbindet als bei einer höhern (s. I. §. 61). Bleibt ein mit diesem Biere gefülltes Faß längere Zeit in dem wärmern Schenklokal stehen, so entweicht die Kohlensäure eben so stürmisch wie bei einem gespundeten Biere.

Im Glase auf dem Schenktisch zeigt sich der Unterschied zwischen dem eiskühlen, ungespundeten und einem etwas wärmern gespundeten Biere in folgender Weise. Das erstere schäumt beim Einschenken nur mäßig, aber die feine Schaumdecke erhält sich bis zum letzten Tropfen, — der Geschmack des Bieres ist und bleibt höchst erfrischend und (wie es im Liede heißt) „je mehr man davon trinket, desto besser schmeckt's noch.“ Das gespundete Bier dagegen entwickelt zu Anfang einen malerischen, gewaltig hervorragenden Schaum, der aber immer mehr abnimmt und endlich ganz verschwindet, — der Geschmack ist anfangs gut und erfrischend, wird aber mit dem Verschwinden des Schaumes immer matter.

Das bei den kultivirtesten Biertrinkern Münchens so beliebte Bier des Hofbräuhauses verdankt seine Tugenden dem Umstande, daß es

1) in sehr kühlen Kellern liegt, 2) weder mit Kräusen versetzt noch gespundet wird, und 3) eben wegen seiner Vorzüge deshalb auch in der Schenke sehr rasch vertilgt wird.

§. 27.

Es giebt noch einen Weg zur Regulirung des Kohlensäure-Gehaltes, der bislang in den Brauereien kaum zur Anwendung gekommen ist und doch für die Flaschenbiere von ungeheurer Wichtigkeit werden kann und wird. Man sättigt das ganz klare Bier mit Kohlensäuregas, welches in einem besondern Apparat hergestellt wurde und vermittelst einer eigenthümlichen Vorrichtung in das Bier getrieben wird. Das auf diesem Wege moussirend gemachte Bier ist sofort genießbar. Muß es aber längere Zeit (Exportbiere) liegen, so darf man kein junges Bier dazu nehmen, — es würde sonst wieder trübe werden.

Die hierzu nöthige Kohlensäure wird aus kohlensaurem Kalk (Kalkstein, Kreide 2c.) durch Zusatz von verdünnter Schwefelsäure entwickelt, — die Schwefelsäure verbindet sich mit der Kalkerde und die Kohlensäure entweicht unter Aufbrausen.

Es existiren eine Menge Vorrichtungen zur Durchführung dieser Operation, welche längst in ausgedehnter Weise angewendet wurde zur Herstellung von künstlichem Selterswasser, sogenanntem Sodawasser, Champagner, Gaslimonade 2c. Wer von dieser Methode Gebrauch machen will, der wird nicht in Verlegenheit sein, solche Apparate zu bekommen. Die Instruktion bezüglich der Behandlung des Apparats muß persönlich geschehen.

Sechster Abschnitt.

Konservirung des Lagerbieres.

§. 28.

Wenn die Frage der Haltbarkeit eines Bieres ventilirt wird, so begegnen wir im praktischen Leben den unsinnigsten Meinungen. Da hört man z. B. aller Orten Stimmen laut werden und liest es Schwarz auf Weiß, daß die Dickmaischbrauerei vorzüglich haltbare Biere liefere und daß durch Obergährung niemals haltbare

Biere erzeugt werden, während aus der Untergährung die haltbarsten Biere hervorgehen. Um mit solchen groben Irrthümern noch immer Stallfütterung zu treiben, dazu gehört in der That ein hoher Grad von Nachlässigkeit in der Beobachtung des Verlaufs der Gährung von Infusions- und Dekoktions-Würzen durch Unter- und Oberhefe. Denn in der Wirklichkeit gestalten sich die Thatsachen **gerade umgekehrt.**

Offenbar wird die Haltbarkeit eines Bieres aus Würzen von **gleichem** Extraktgehalt nur bedingt

a) durch die Zusammensetzung des Würzeextrakts,

b) durch den bei der Hauptgährung erzielten Vergährungsgrad,

c) durch mehr oder minder große Mengen von Hefenzellen, welche mitreisen in das Lagerfaß, und

d) durch die Schnelligkeit der Strömung des Bieres durch die Hefenzellen (s. I. §. 229).

Zu a). Jemehr Glykose im Extrakt ist, um so länger dauert die Möglichkeit der Nachgährung, d. h. um so haltbarer **muß** das Bier (bei sonst richtiger Behandlung) sein. Der Extrakt von Infusionswürzen enthält am meisten, der der Dickmaischwürzen am wenigsten Glykose. Also —

zu b). Je geringer der Vergährungsgrad bei der Hauptgährung, um so mehr Glykose ist noch vorräthig; d. h. um so mehr Material ist noch für die Nachgährung vorhanden, oder um so haltbarer **muß** das Bier (unter sonst gleichen Verhältnissen) sein. Die Obergährung liefert bei der Hauptgährung stets einen geringern Vergährungsgrad als die Untergährung (s. S. 315). Also —

zu c). Daß das Faßgeläger, welches die Nachgährung hauptsächlich fortspinnt, bei der Untergährung stets bedeutend, bei der Obergährung aber gering ist, — das weiß Jeder. Auch den Unterschied des Erfolgs beim Lauterfassen oder Grünfassen wird wol Jeder schon gemerkt haben. Also —

zu d). Diese Schnelligkeit wächst mit der Zunahme der Temperatur und vermindert sich mit deren Abnahme. Folglich muß eine möglichst weitgreifende Abkühlung des Kellers durch Eis zur Konservirung des Bieres wesentlich beitragen.

Hoffentlich haben diese vier Sätze hingereicht, um die Nebel zu zerstreuen, in welche man die Haltbarkeitsfrage verhüllt hatte. Sie

bezieht sich übrigens lediglich auf den Lagerkeller, nicht auf das in Flaschen lagernde Bier.

Man hat nämlich zur Vollendung der Begriffs-Verwirrung auch noch von einer Haltbarkeit des Flaschenbieres gesprochen. Man versteht aber darunter nicht etwa den Panzer gegen den Eintritt der Essiggährung (welchen wir doch oben einzig allein im Auge hatten), sondern das Bier soll sich auf den Flaschen klar erhalten. Diese Frage geht uns aber hier nichts an, sie wird bei den „Flaschenbieren" besprochen.

§. 29.

Zur Erzielung einer gleichmäßigen Qualität der Lagerbiere hat man, namentlich in Bayern, eine Praxis eingeführt, welche auch wesentlich zur Konservirung derselben beiträgt, — es ist die Vertheilung der vom Gährbottich abgelassenen Biere auf die Lagerfässer.

Ursprünglich wollte man durch diese Sitte wol nur die kleinen Unterschiede in der Farbe des Bieres ausgleichen. Erwägt man aber, daß mit jeder frischen Zufuhr von Jungbier auch der Vergährungsgrad des Bieres auf den Fässern wieder zurückgeführt wird: so ist der Einfluß dieser Operation auf die Haltbarkeit der Biere gar nicht zu verkennen. Nur müssen dabei folgende Vorsichtsmaßregeln streng beobachtet werden.

1) Das Jungbier muß möglichst hefenfrei sein. Ist das nicht der Fall, so wird bei der Vertheilung des Bieres dem einen Faß (welches den Rest des Zufuhrfasses erhielt) mehr Hefe gegeben als dem andern, es bildet sich mehr Faßgeläger und dies Bier erreicht sein Lebensziel früher als die andern. Auch ein Wechseln beim Verabreichen des Restes hilft hierbei nicht ab, weil (wenn man nicht für klares Jungbier sorgt) an eine gleichgroße Menge der schwebenden Hefe nicht zu denken ist. Man lasse sich also die Mühe nicht verdrießen, das Bier durch gehörige Abkühlung zu klären und das Hefen-Abseihebier zu filtriren.

2) Man fülle die Lagerfässer nur sehr allmälig, so daß der Proceß der Verjüngung möglichst verlangsamt wird.

3) Man beeile aber die Anfüllung der Fässer bis zur Hälfte, damit sich eine gleichmäßige Nachgährung entspinnen kann. Ist das Faß aber halbvoll, so kann das Nachfüllen in größern Zwischenräumen (bis zu höchstens 8 Tagen) geschehen.

4) Sollte eine Gährung einen sehr auffallenden Verlauf genommen haben, was sich durch eine ganz ungewöhnlich große oder geringe Attenuation herausstellt: so vertheile man solch einen Sud nicht auf die Lagerfässer, sondern bringe ihn der bessern Ueberwachung wegen in Einzelhaft.

5) Sind die Lagerfässer bis auf Fingerlänge gefüllt, so pflegt man mit dem Nachfüllen gewöhnlich inne zu halten und die Fässer erst einige Wochen vor dem Ausschank spundvoll zu machen. Dieser Gebrauch ist nicht zu empfehlen. Es setzen sich rings um den Bierspiegel Hefentheile an die Faßwandungen an und gerathen in Zersetzung, wobei der Luftschicht ein Modergeruch mitgetheilt wird, dessen nachtheilige Wirkungen sich auch auf das Bier erstrecken müssen. Ein Grund für den Gebrauch des Nichtfüllens läßt sich nirgends auffinden. Deshalb muß man den nachfolgenden Weg für unbedingt besser halten. Die Fässer werden durch allmäliges Nachfüllen mit immer kleinern Portionen endlich spundvoll gemacht und erhalten, wobei hefige und andere Theile am Spundloch ausgestoßen werden. Zeigt sich am Spundloch nach wiederholtem Ausfüllen mit Wasser ein leichter weißer Schaum, so nimmt man ein wenig Bier heraus und setzt einen Ventilspund (s. S. 358) auf.

§. 30.

Unterläßt man die Zurückführung des Vergährungsgrades, so wird am Schlusse der Nachgährung die Kohlensäureschicht, welche sich über dem Biere als schützende Decke lagert und es vor den Angriffen des atmosphärischen Sauerstoffs bewahrt, bald verflogen sein, auch beim bestschließenden Spund. Es bringt Luft in das Faß und die Essigbildung beginnt.

Will man sich vor dieser Gefahr schützen, so muß man sich vergewissern, ob das Bier noch immer in der Nachgährung begriffen oder ob es bereits am Schlusse derselben angelangt ist. Das Saccharometer ist uns dazu behülflich.

So lange die Nachgährung dauert, nimmt auch das specifische Gewicht immer mehr ab, — das Saccharometer zeigt immer weniger Grade. Ist alle Glykose zersetzt, so tritt Stillstand ein, — das Saccharometer zeigt tagelang dieselben Grade. Bildet sich aber Essigsäure, so wird die Flüssigkeit wieder schwerer und das Saccharometer zeigt wieder mehr Grade.

Ein empfindliches Saccharometer (d. h. wo die Grade weit genug

von einander abstehen) zeigt auf diese Weise schon den Beginn der Essigbildung, während die feinste Bierzunge noch nichts davon schmeckt.

In diesem Stadium, welches in einem wohlüberwachten Lagerbierkeller niemals vorkommen darf, ist immer noch Rettung möglich. Man setzt dem Biere etwas doppelt-kohlensaures Natron (s. I. §. 86) zu. Das Natron verbindet sich mit der Säure*), die Kohlensäure entweicht unter Aufschäumen. Wird dann auch der Vergährungsgrad wieder zurückgeführt, so ist das Bier leidlich genießbar. Man eile aber mit dem Verzapfen desselben, weil es bald wieder mit Riesenschritten in des Lasters Bahnen einlenkt.

Wieviel des Natronsalzes man anzuwenden hat, das hängt selbstverständlich von dem Grade ab, bis zu welchem die Essigsäure-Gährung bereits vorgeschritten war. Man nimmt eine Probe des Bieres (1 Liter), setzt von einer abgewogenen Menge doppelt-kohlensauren Natrons in kleinen Portionen und unter Umschütteln zu, bis der Geschmack desselben hinreichend säurefrei ist. Dann wägt man den Rückstand und erfährt so die verbrauchte Menge des Salzes. Das Bier wird nun auf kleine Schenkfässer abgezapft, nachdem vorher das ebenfalls durch einen Versuch ermittelte Quantum Kolonialsyrup hineingebracht war. Hierauf wird die abgewogene Menge Natron in jedes Faß geschüttet, der Spund rasch aufgesetzt und das Faß zuweilen umgewälzt.

Mit dem Eintritt der Essigbildung war auch der Kohlensäure-Gehalt des Lagerbieres vermindert, — das Bier war „schaal" oder „matt". Durch die Kohlensäure-Entwickelung beim Zusatz des Natrons wird nun dieser Fehler wieder beseitigt. Es kann aber auch der Fall eintreten, daß ein Bier vollständig matt ist, aber die Essigbildung hat noch nicht so weit überhand genommen, um beim Natronzusatz die genügende Kohlensäure-Menge zu liefern. Da muß man also den Säuregehalt des Bieres vermehren, um auch mehr Kohlensäure hinein zu bringen. Man setzt dem Biere vor dem Natronzusatz Weinsteinsäure zu, bis es (bei einer Probe) hinreichend moussirend erscheint.

---

*) Das Bier enthält auch im gesunden Zustande mehrere freie Säuren, als Bernsteinsäure (I. §. 172), Milchsäure (I. §. 171) und (bei geringem Vergährungsgrade) auch Phosphorsäure. Alle diese geruchlosen Säuren stören den Trinker nicht; — sie alle aber werden zuerst von dem Natron in Verbindung gezogen und zuletzt erst reicht das Natron auch der Essigsäure die Hand.

§. 31.

Um sich nun gegen die Gefahren der Essigsäure-Gährung zu verschanzen, muß man einschreiten, sobald die Saccharometer-Anzeige einige Tage lang unveränderlich bleibt.

Daß bei der Anwendung des Saccharometers die Kohlensäure aus dem Biere durch Schütteln verjagt sein muß, wurde bereits früher bemerkt.

Der einfachste Weg zur Konservirung ist dann: dem Biere wieder Nahrung zur Fortsetzung der Nachgährung zuzuführen, — man giebt Glykose oder Rohrzucker oder Syrup ins Lagerfaß und schüttelt nicht um. Diese Zuckerarten lösen sich am Boden liegend auf und sind dann auch mit dem Faßgeläger in der direktesten Beziehung, um die Gährung in Fluß zu bringen.

Wieviel man von der einen oder andern Zuckerart zusetzen soll, darüber läßt sich keine Vorschrift geben. Für den Anfang kommt es ja überhaupt nur darauf an, daß überhaupt unverzüglich wieder eine Nachgährung ins Leben gerufen wird. Und dazu genügen für je 10 Hektoliter Bier etwa 500 Gramm Zucker. Ist nach einiger Zeit auch dieses Zuckerquantum wieder aufgerieben, so muß die Procedur wiederholt werden.

Soll das Bier endlich in Zapf genommen werden, so muß man es auf seinen Vergährungsgrad untersuchen, — die stattgefundenen Zuckerzusätze sind zu unbedeutend, um hierbei in Rechnung gezogen zu werden. Die Regulirung des Vergährungsgrades wird dann bewirkt, wie im 4. Abschnitt gezeigt ist.

§. 32.

Hat man Würze oder Kräusenbier zur Verfügung, so kann selbstverständlich auch mit deren Hülfe das Konserviren des Bieres durchgeführt werden. Nur schreitet bei dieser Praxis der Vergährungsgrad rascher voran, weil sich eine größere Menge von Faßgeläger bildet.

Man zapft dabei eine gewisse Menge (s. oben §. 21) ab und gießt die Würze langsam durch einen bis auf den Boden des Fasses reichenden Trichter ein, so daß sich die schwerere Würze unter dem Biere abschichtet. Durch die eintretende Gährung wird dann das Lagerbier von Kohlensäurebläschen durchströmt, wodurch selbst geringe Mengen von Essigsäure aus dem Biere verjagt werden.

§. 33.

Im I. Theil §. 241 wurde erwähnt, daß Senföl und Meerrettigöl gährungswidrig sind. In der That sind beide zur Konservirung angewendet und wirken auch, wenn man sie auf das Jungbier anwendet. Glaubt man aber ein Bier von hohem Vergährungsgrad dadurch vor der Essiggährung zu schützen, so ist man in einem kostspieligen Irrthum verstrickt.

Nicht viel anders sieht's aus mit dem Zusatz von Hopfen, den man in Substanz dem Bier auf den Fässern giebt. Es ist Aberglaube, wenn man meint, der Haltbarkeit des Bieres dadurch eine Stütze zu geben. Die Folgen dieses Hopfenzusatzes sind: das Hopfenöl mit sehr wenig Hopfenharz gehen in's Bier und geben ihm ein wenig angenehmes Parfüm und steigern die Bitterkeit um ein Geringes; — die Gerbsäure wird aufgelöst und verbindet sich mit einer entsprechenden Menge von Eiweißstoffen; diese unauflösliche Verbindung gesellt sich zum Faßgeläger und das Bier erscheint etwas blasser und weniger vollmundig; — das Hopfenharz bleibt fast unverkürzt im Hopfen. Wollen die Konsumenten das Parfüm des Hopfenöls, so muß sich der Brauer fügen.

Der eigentliche Zweck des Hopfenzusatzes scheint aber viel tiefer unter dem Firniß zu liegen. Weltbekannt ist das Mißtrauen der Konsumenten gegen die Bierbrauer, die sehr geneigt sind, den Grund eines jeden Katzenjammers lieber in Hopfensurrogaten zu suchen als in der Völlerei. Verirrt sich nun zuweilen einmal solch ein harmloses „Hopfenblättchen" aus dem Fasse ins Schenkglas, so kann der Wurm des Mißtrauens nicht recht gedeihen.

Siebenter Abschnitt.

Versendung des Bieres.

---

§. 34.

Der einfachste Weg der Versendung des Bieres führt vom Keller in die Schenkstube.

Gewöhnlich pflegt man das Bier auf kleinere Fäßchen abzuziehen

und diese dann in der Schenke zu verzapfen. Dabei bringt die Zimmerluft selbstverständlich nach Maaßgabe des abgeflossenen Bieres in das Faß und lagert sich über der Oberfläche des Restes. Durch diese Berührung nun erleidet das Bier eine nachtheilige Veränderung. Die Zimmerluft ist warm und meistens mit den Ausdünstungen der Gäste und mit Tabaksdampf schwer beladen. Die Wärme der Luft theilt sich auch dem Biere mit und die Riechstoffe lassen sich in demselben nieder. Das so verschlechterte Bier nimmt aber — eben weil es wärmer, also leichter ist — nur die obersten Schichten ein. Dauert der Verkehr zwischen Bier und Zimmerluft nicht gar zu lange, so ist nur „das Letzte vom Faß" ein Saft von bösem Geschmack. Liegt aber solch ein Rest über Nacht auf dem Fasse, so wird er durch und durch ruinirt.

Um diese Uebelstände abzuwehren, sind die Bier-Konservatoren erfunden worden — d. h. Vorrichtungen, welche das Bier auf dem Schenkfaß unbeschädigt erhalten sollen. Ein solches Instrument soll also die nachdringende Luft abkühlen und von den anklebenden Dünsten reinigen. Leistet es das nicht, so ist's eitel Spielerei.

So ist unter dem Namen „amerikanisches Faßventil" eine Vorrichtung sehr verbreitet, die der atmosphärischen Luft den Zutritt erschwert (durch ein Kugelventil); — ist dieser Widerstand aber überwunden, so bringt die Luft mit ihrem unveränderten Gehalt an Wärme und Duft ein. Durch Erschweren des Nachdringens der Luft wird auch das Abzapfen des Bieres erschwert und es entwickelt sich deshalb eine Menge Kohlensäure aus dem Biere in die Luft im Faß, — das Bier wird noch ärmer an Kohlensäure. Dieses Ventil leistet also noch weniger als — der einfach geöffnete Spund (s. Bierbrauer 1860, S. 168).

Belicard konstruirte einen „hydraulischen Spund", bei welchem die nachdringende Luft durch Wasser passiren muß und dadurch gereinigt wird (s. Bierbrauer 1860, S. 169). Das Sperrwasser bekommt aber sofort die Zimmertemperatur und die Luft wird also nicht abgekühlt.

Beiden obigen Anforderungen aber genügt der von mir konstruirte „hydraulische Kühlspund".

Fig. 111 und 112 geben den aus Weißblech gefertigten Apparat in $^1/_3$ der natürlichen Größe, — Fig. 111 ist der Durchschnitt des Aufrisses und Fig. 112 ist der Querschnitt nach der Linie x—y.

Das topfförmige Gefäß a a a a ist auf dem Trichter b, welcher mit dem Schnabel c in dem Spundloch des Schenkfasses befestigt wird, festgelöthet. In dem Gefäß a a ist eine Kammer d angebracht, ringsum verwahrt bis auf den Schlitz e. Das Rohr f dient dazu, um beim

Fig. 111.

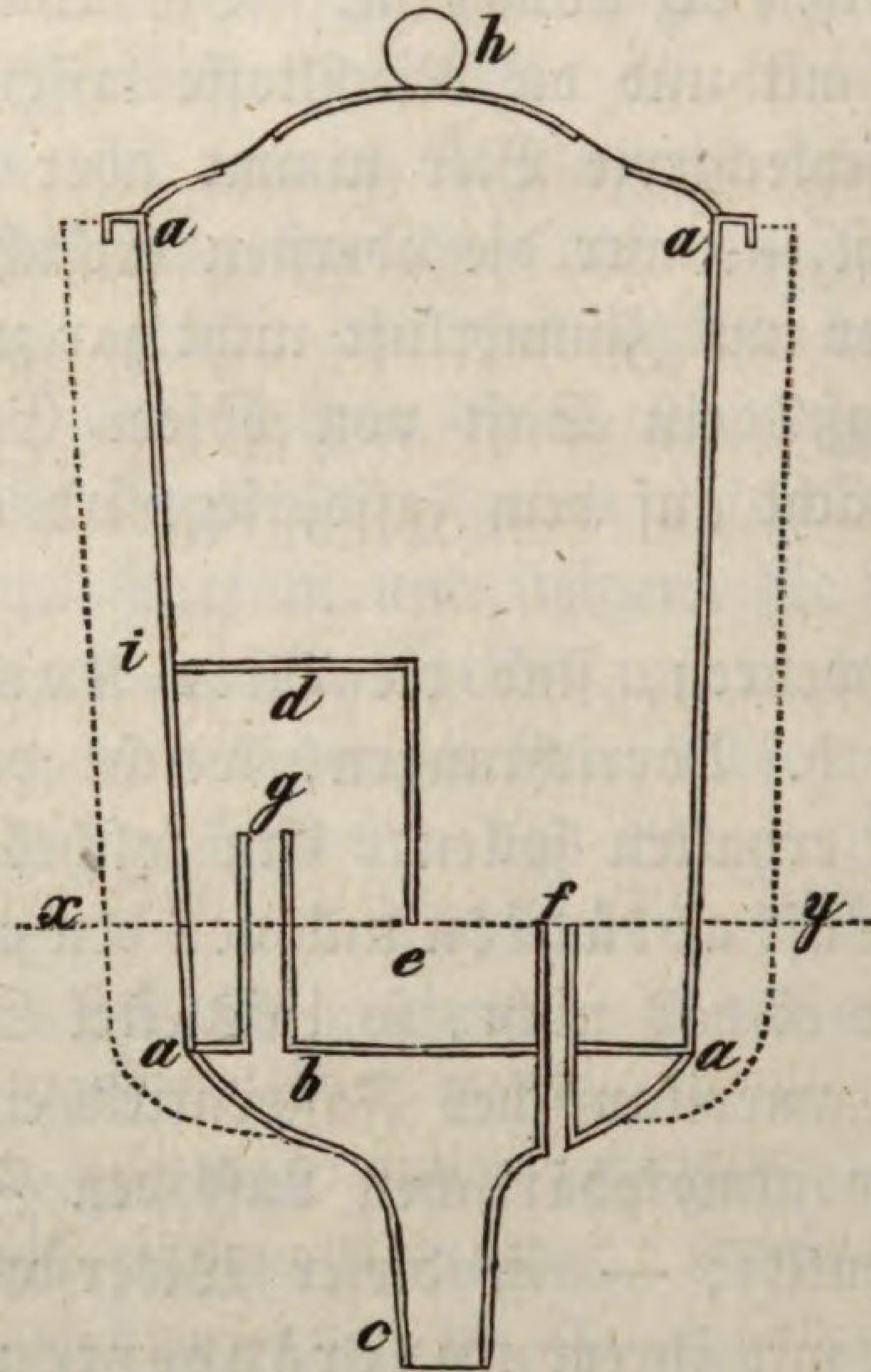
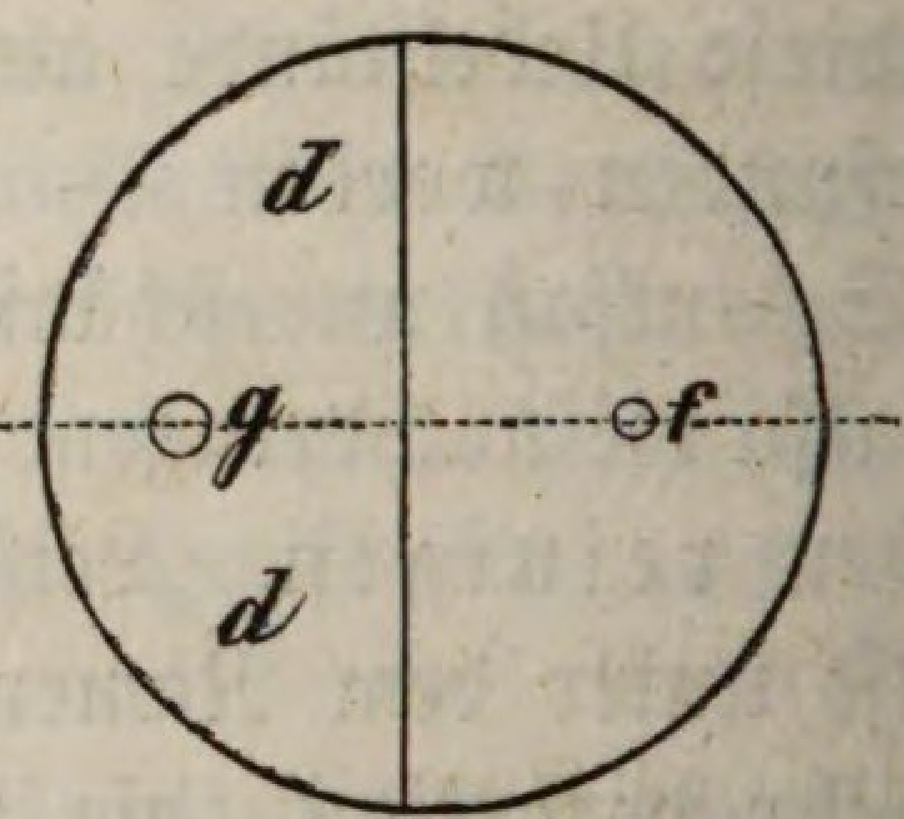


Fig. 112.



Füllen des Topfes mit Wasser solches bis zur Linie x—y abfließen zu lassen und dabei den Schlitz e abzusperren. Das Rohr g mündet oben in die Luft, welche sich in der Kammer d über dem Wasser befindet, und communicirt durch b und c mit der Luft im Schenkfasse. h ist der Deckel (von Holz), welcher Luftzutritt gestattet.

Wird dieser Spund, mit Wasser versehen, auf das Schenkfaß gesetzt und das Bier abgezapft, so spaziert die nachdringende Luft durch das Wasser am Schlitz e in einzelnen Blasen nach d und von da durch g ins Schenkfaß. Unreinigkeiten der Zimmerluft bleiben im Wasser zurück und damit ist der einen Anforderung genügt.

Um nun auch recht kalte Luft ins Faß schaffen und dadurch das Bier kühl erhalten zu können, muß der Topf a a doppelte Wände haben, deren Zwischenraum leer oder mit Kohlenpulver (schlechte Wärmeleiter) ausgefüllt ist. Füllt man nun mit Wasser und dann

den ganzen Topf mit zerstoßenem Eis, so ist alle eindringende Luft bis auf 0°. abgekühlt. Das Wasser, welches durch Abschmelzen des Eises herniederrinnt, fließt durch das Rohr f ab, — man überdeckt deshalb das Faß mit grober Leinwand, welche durch f mit Eiswasser benetzt wird und auch die Wandungen des Fasses kühl erhält.

§. 35.

Um das Heer der kleinen Ausschenkfässer zu reduciren und der schädlichen Einwirkung der Zimmerluft den Weg zu versperren, werden mit großem Erfolge die Luftdruck-Bierpumpen angewandt. Das zum Anzapfen bestimmte Faß bleibt dabei im Keller liegen und das Bier wird durch Röhren nach dem Krahn in der Schenke je nach Bedarf emporgedrückt, woselbst es sich mit der Temperatur des Kellers und beladen mit der ganzen Fülle von Kohlensäure in die Gläser ergießt.

Zur Erläuterung der Wirkung des Apparats wird Folgendes genügen.

Drunten im Keller liegt ein geschlossener Behälter (der Windkessel), in welchem durch eine Luftpumpe immer mehr Luft eingetrieben und also daselbst zusammengepreßt wird. Die Arbeit ist durch ein Schwungrad so erleichtert, daß sie von einem 10jährigen Kinde verrichtet werden kann. In diesem Windkessel haben wir also die treibende Kraft der eingepreßten Luft — welche sofort ausströmt, sobald man ihr freien Spielraum läßt — zur Verfügung. Setzt man ihr beim Ausströmen einen flüssigen Widerstand entgegen, so treibt sie ihn von dannen.

Nun findet eine Röhren-Verbindung Statt zwischen dem Windkessel und dem Lagerfaß, und zwischen dem Lagerfaß und dem Krahn in der Schenke, durch den das Bier abfließt. Die gepreßte Luft wird vom Windkessel über die Oberfläche des Bieres geleitet und übt auf das Bier den Druck aus, vermittelst dessen dasselbe durch die am Boden des Fasses abgehenden Zinn- und Kautschukröhren nach dem Krahn emporgehoben wird, so oft man denselben öffnet.

Zwischen dem Krahn und dem Lagerfaß ist ein sog. Manometer angebracht, d. h. ein Instrument, welches den von der gepreßten Luft ausgeübten Druck mißt. Man ersieht an demselben, ob dieser Druck auch noch ausreicht, um das Bier mit der nöthigen Energie

emporspritzen zu machen und im Schenkglase den nothwendigen „Federbusch" hervorzurufen.*)

§. 36.

Für den Transport des Bieres auf Fässern hat man sich folgende Regeln zu merken.

1. Untergährige Biere müssen glanzhell auf die kleinern Fässer abgezapft werden, — obergährige Biere können etwas trübe sein, müssen dann aber nach Ankunft am Bestimmungsort durch Auffüllen mit Wasser einen vollständigen Hefen-Ausstoß durchmachen.

2. Um untergährige Biere glanzhell abziehen zu können, dürfen die Lagerfässer vorher nicht gespundet (s. §. 24) werden; — beim Anzapfen eines gespundeten Fasses hebt sich das Faßgeläger zu leicht.

3. Um auf dem Transport — wenn er längere Zeit erheischt — auch klar zu bleiben, muß das Bier einen ziemlich vorgeschrittenen Vergährungsgrad besitzen. — Jüngere Biere schreiten während des Transportes in der Nachgährung fort und werden dadurch zwar sehr reich an Kohlensäure, aber — — hefentrübe.

4. Wollen die entferntern Konsumenten Biere von geringerem Vergährungsgrade haben, so klärt der Schenkwirth das trübe gewordene untergährige Bier am einfachsten vermittelst der im vorigen §. erwähnten Bierpumpe.

Man bringt das im Keller kühl gewordene Bier mit dem Windkessel in Verbindung, nachdem man einen Zapfhahn in das Bierfaß geschlagen hat. Hat der Luftdruck kurze Zeit auf das Bier gewirkt, so öffnet man den Hahn und läßt das Bier so lange in ein untergesetztes Gefäß abtropfen, bis alle hefigen Theile das Faß verlassen haben und das Bier klar fließt, wonach man dann zum vollständigen Abzapfen schreitet. — Das trübe Bier und der Rückstand im Faß werden filtrirt und entweder zum Ausfüllen anderer Fässer benutzt oder auf Flaschen gelegt.

Wer keine solche Bierpumpe zur Verfügung hat, der muß das untergährige Bier bis zur völligen Klärung liegen lassen und dann abzapfen, oder bei erschwerter Klärung zur Hausenblase (§. 19) schreiten.

5. Nach der Ankunft am Bestimmungsort dürfen die warm gewordenen Biere niemals gleich sehr kühl (etwa in den Eiskeller)

*) Zur Besorgung auch solcher Bierpumpen in solider Arbeit bin ich bereit.

gelagert werden, denn sie werden dadurch trübe. Man muß sie nach und nach kühler legen, wobei sie klar bleiben, wenn sonst Alles gewahrt war.

§. 37.

Bier, welches auf Flaschen gefüllt werden und eine lange Reise machen soll, muß einen sehr hohen Vergährungsgrad besitzen und ungespundet im kühlen Keller gelagert haben.

Die Flaschen müssen sauber gespült und rein ausgetropft sein. Gefüllt werden sie dann mittelst des Kautschukschlauchs (s. §. 13), welchen man auf den Boden der in schräger Richtung gehaltenen Flasche leitet. Die Füllung muß so eingerichtet werden, daß zwischen dem Kork und dem Bier noch ein leerer Luftraum von etwa $1^1/_2$ Centimeter bleibt.

Bei untergährigem Biere bleiben die Flaschen im Keller aufrecht stehen, — die bei der Nachgährung ausgeschiedene Hefe setzt sich dann fest an den Boden und man kann nach dem Oeffnen der Flasche den größten Theil des Bieres klar abgießen, während bei liegenden Flaschen die an der Seitenwand abgesetzte Hefe gleich ins erste Glas voll Bier gelangt und dasselbe trübt. — Bei obergährigem Biere ist diese Vorsicht kaum nöthig, weil die Oberhefe — namentlich bei starker Kohlensäure-Entwickelung — sich im Schaume einnistet; — das Bier steht klar im Glase und trübt*) sich erst, nachdem der Schaum verschwunden ist und die Hefe in das Bier zurücksinkt.

Achter Abschnitt.

Krankes Bier.

§. 38.

Das Kapitel von den Krankheiten der Biere ist bisher noch sehr wenig bebaut, — da tappen wir noch gewaltig im Dunkeln. Selbstverständlich rechne ich das Sauerwerden des Bieres (nachdem die

*) Mulder (s. seine Chemie des Bieres, S. 356) glaubte, diese Trübung rühre von der Einwirkung der atmosphärischen Luft her! Wird das Bier rasch filtrirt, so trübt es sich nicht, mag es auch längere Zeit an der Luft stehen.

Glykose verbraucht ist (s. §. 30), nicht zu den Krankheiten desselben, — das ist Bier „auf dem Sterbebette."

Die interessanteste Krankheit bleibt ohne Zweifel

das Langwerden.

Das gut vergohrene und noch im besten Gesundheitszustande befindliche Bier verliert plötzlich die Eigenschaft zu moussiren und bildet beim Ausgießen aus einer Flasche einen gewundenen drahtförmigen Strahl.

Ueber das Wesen dieser Krankheit berichtet Mulder (s. d. Chemie des Bieres, S. 387): „Das Langwerden beruht auf einer Umsetzung des im Biere vorhandenen Dextrins und noch darin übrigen Zuckers in Pflanzenschleim. Desfosses hat diese Veränderung künstlich hervorgerufen, indem er Bierhefe mit Wasser kochte, diese Flüssigkeit mit Zucker versetzte und das Ganze einige Zeit an einem warmen Orte stehen ließ. Die Flüssigkeit verdickte sich alsbald durch gebildeten Pflanzenschleim. Péligot erhielt bei einer solchen Behandlung von Kleber ungefähr $^1/_3$ der angewandten Menge Zucker in Form von Pflanzenschleim."

Daß sich der Zucker oder das Dextrin sehr leicht in Pflanzenschleim (s. I. §. 138) verwandeln kann, ist einleuchtend, — alle diese Körper sind ja Kohlenhydrate (s. I. §. 108). Wahrscheinlich auch kommt eine derartige Umwandlung wol zuweilen als Seltenheit vor. Das Wesen des Langwerdens aber, wie es sich gewöhnlich zeigt, beruht sicherlich in einem andern Stoff-Verkehr. Der Leser wolle sich aus I. §. 155 erinnern, daß langgewordene Biere wieder schäumend und „kurz" (dünnflüssig) werden durch Zusatz von Gerbsäure, wobei die Eiweißstoffe ausgeschieden werden (s. I. §. 175). Ich habe aus dieser Thatsache und aus dem Umstande, daß der Pflanzenschleim sich nicht mit Gerbsäure zu einer dichten Masse verbindet, gefolgert, daß eine Verbindung des gebräunten Eiweißstoffs mit Kohlensäure existiren und die Veranlassung zum Langwerden sein müsse.

Auf diese Voraussetzung hin wurde denn auch die Gerbsäure als Heilmittel angewendet (s. weiter unten) und meistens mit Erfolg.

Indessen wird aber auch von da und dort über lange Biere berichtet, welche der Gerbsäure hartnäckig widerstanden haben. Und da mag die Voraussetzung Mulder's richtig sein.

§. 39.

Umfassende Berichte über diese Krankheit finden sich im „Bierbrauer" 1859 S. 123 und 186, — 1860 S. 110, — 1861 S. 2, — 1862 S. 16, 61 und 66. Ich muß auf diese Berichte verweisen und gebe im Folgenden nur einen kurzen Ueberblick über den noch nicht abgeschlossenen Gegenstand.

Am meisten Erfolge haben wir noch errungen bezüglich der Heilmethoden, — über die Ursachen des Uebels wissen wir fast gar Nichts.

Die Anwendung der Gerbsäure geschieht einfach dadurch, daß man auf je 100 Liter Bier die Auflösung von etwa 100 Gramm Katechu oder Kino (s. I. §. 175) in Bier zusetzt, gut mischt und absetzen läßt, — ist's klar, so wird's abgestochen.

Besser für die Aufrechterhaltung des Charakters des Bieres scheint ein Verfahren, welches sich auf die Thatsache stützt, daß schon die Anziehung des Zellstoffes hinreicht, um manche Stoffverbindung zu zersetzen, — eine Thatsache, auf der z. B. die gesammte Baumwollenfärberei beruht. In unserem Falle sind es große Flächen von Zellstoff (Holzfaser), welche die zähe Verbindung der Kohlensäure mit den Eiweißstoffen wieder zerfallen macht in ihre Bestandtheile, — die Kohlensäure macht das Bier wieder moussirend und der Eiweißstoff setzt sich zum Theil in unauflöslicher Form (vielleicht als Glutin?) als Niederschlag ab.

In manchen Fällen bieten schon die Faßwandungen (Holzfaser) hinreichenden Schutz gegen das Langwerden. Es ist Thatsache, daß sich dasselbe Bier auf dem Fasse vollkommen gesund erhielt, welches — auf Flaschen gelegt — lang wurde.

Ist aber die Krankheit zum Ausbruch gekommen, so zieht man es von der Hefe ab und legt es auf Spanfässer, welche $^1/_5$—$^1/_4$ Kräusenbier enthalten. Man macht die Fässer spundvoll und läßt sie vollständig ausstoßen. Nach wenigen Tagen ist das Uebel gehoben. — Andere benutzen statt der Späne den vollkommen ausgebrauten Hopfen, welcher noch warm in ein Faß gebracht und mit dem langen Bier bedeckt wird, — Kräusenbier wird ebenfalls zugesetzt.

Diese Kurmethode wird aber auch offenbar mit Erfolg da benutzt werden können, wo die Ursache des Langseins im Pflanzenschleim zu suchen ist. Der Pflanzenschleim ist eine im Bier nur aufgequollene

(nicht aufgelöste) Substanz, die also bei der Gährung im spundvollen Fasse zum Spundloch hinausgetrieben werden muß.

Außer diesen Heilmitteln sind noch andere gerühmt, deren Wirkungsweise sehr mysteriös ist. Da ist das Senfmehl (nach Mathelin), welches — in Verbindung mit einer leichten Schönung von Hausenblase — das lange Bier binnen 12 Stunden wieder gesund macht. Chatelain preist noch mehr die Erfolge des Eigelb, — ein einziges Eigelb soll genügen für die Tonne.

§. 40.

Ueber die Ursachen der Krankheit gehen die Ansichten gewaltig auseinander. Als solche werden genannt:

a) Mangel an Reinlichkeit (namentlich auf den Kühlschiffen). Mathelin hat darüber sehr interessante vergleichende Versuche bekannt gemacht (s. Bierbrauer 1862 S. 62), aus denen hervorgeht, daß die von den hölzernen Kühlschiffen aufgesogene oder in den Nähten und Ritzen der metallenen Schiffe versteckte Würze den Krawall hervorruft. Würzen, bei deren Abkühlung bis auf 35° sich Gasblasen an den Nähten ꝛc. des Kühlschiffs bildeten, lieferten stets ein langwerdendes Bier. Also — sollte man eigentlich jedes Kühlschiff mit einem Lack überziehen!

b) Unvollkommene Verzuckerung des Maischmaterials wird von Godard als alleinige Ursache des Langwerdens proklamirt. Es soll dann eine Substanz in der Würze bleiben, welche sich unter dem Einfluß der atmosphärischen „Elektricität" verändert, wie das auch der Milch und der Bouillon passirt. Also ist es blos der wandelbare elektrische Zustand der Atmosphäre, welcher sich hier geltend macht, selbst in der Kälte. Sorgt man stets für eine durchgreifende Verzuckerung, so wird sich das Langwerden niemals einstellen. Godard will also nur vorbeugen, — eine Abhülfe bei ausgebrochener Krankheit verräth er uns nicht.

Als Regeln zur Erreichung dieses Zieles stellt Godard auf: die Temperatur soll auf der Ruhe längere Zeit (bei Gerste und Waizen 3 Stunden, bei Mais 4 Stunden) beständig 76° (aber nicht mehr!) betragen und es soll dünn eingemaischt werden.

c) Das zu lange Verweilen der Trebern unter dem heißen Anschwänzwasser wird von anderer Seite (s. Bierbr. 1862 S. 63) als Grund des Uebels denunciirt. Die meiste Neigung zum Langwerden zeigte immer das Bier, bei dessen Bereitung das An-

schwänzen vermittelst des schottischen Drehkreuzes und warm vollzogen war; bei warmem Anschwänzen ohne Drehkreuz war weniger Neigung zum Langwerden da; bei kaltem Anschwänzen noch weniger.

d) Auch hat man zu kurz gewachsenes Malz im Verdacht, das Bier zum Laster der Trägheit beim Ausfließen verführt zu haben (s. Bierbr. 1862, S. 64).

Zu diesen Annahmen habe ich zu bemerken:

daß mir keine derselben irgend eines Rechts der Anerkennung werth erscheint, —

denn —

zu a) es kommt die Krankheit epidemisch in Gegenden vor, wo die Reinlichkeit bis zur Ausschweifung exercirt wird, — während andere Orte, die dieses Ruhmes sehr ermangeln, vom Langwerden des Bieres nie etwas erfahren haben; —

zu b) es müßte in Holland, wo das Brauverfahren (s. S. 237) jedenfalls sehr geeignet ist zu einer vollkommnen Verzuckerung, das Langwerden eine Seltenheit sein, — während doch auch da gar häufig über dieses Leiden geklagt wird; —

zu c) die Schotten und Engländer, welche längst mittelst des Drehkreuzes heiß anschwänzen, müßten seit jener Zeit heimgesucht sein von der Landplage eines fadenziehenden Bieres, — während man dort gar nichts davon weiß; — und

zu d) es müßte — da die Praxis des kürzern Wachsens in Deutschland noch immer viel verbreiteter ist als die des Langwachsens — auch diese Bierkrankheit hier weit bekannter sein, als sie wirklich ist, — sie gehört in Deutschland zu den Seltenheiten.

Wir haben also darin noch ein ziemlich Stückchen Forschung vor uns.

§. 41.

Das Bitterwerden des Bieres zeigt sich dadurch, daß ein bis dahin lieblich schmeckendes Bier beim Lagern einen bittern Geschmack erlangt, der erst nach und nach von der Zunge verschwindet.

Diese Krankheit gehört zu den größten Seltenheiten und ist darin begründet, daß sich bei der Nachgährung noch eine Portion Hopfenharz (mit dem Verschwinden der Glykose) in einem so fein vertheilten Zustande ausscheidet, daß es schwebend bleibt und sich beim Trinken an die Zunge legt, wo es dann eine lange anhaltende Bitter-

keit hinterläßt. Das Bier büßt dabei auch stets Etwas von seiner Klarheit ein.

Abhülfe ist am einfachsten dadurch möglich, daß das Bier einen Zusatz von Kräusenbier oder von obergährigem Jungbier bekommt und das Faß spundvoll erhalten wird. Das Hopfenharz wird dann durch die Kohlensäure zum Spundloch hinausbefördert.

§. 42.

Die Mannitgährung (s. I. §. 204) beschenkt das Bier mit einem dauernd süßen Geschmack. Und da solche Biere bei der Hauptgährung nur wenig attenuiren und da auch alle Glykose aus denselben verschwunden ist, so werden sie alsbald alle Kohlensäure verloren haben und der Essiggährung in die Arme fallen.

Zu kuriren sind solche Biere nicht. Man muß sie den Schenkbieren zusetzen und rasch damit aufräumen.

Die Bottiche und Fässer, auf denen solch Bier gelegen hat, bedürfen der allersorgfältigsten Säuberung!

§. 43.

Wenn ein Bier keine Kohlensäure mehr hat, so ist es kein erfrischender Trunk mehr, — es schmeckt fade, es ist schaal. Da die Kohlensäure sich nicht in genügendem Maaße einstellte, muß es solch einem Biere an Glykose fehlen. Der Weg zur Heilung liegt also nahe, — man setzt ihm Zucker zu, wie in §§. 31 und 32 bereits gelehrt wurde. Die Nachgährung beginnt wieder und das Bier erhält wiederum Kohlensäure, die man dann allenfalls durch Spunden im Fasse fesseln kann, wenn der Keller nicht kühl genug ist.

Man merke wohl, daß ein Bier, welches schaal geworden ist, an den äußersten Grenzen der Lebensfähigkeit angekommen ist. Schreitet man da nicht ein, so greift die Essiggährung Platz und man kann den Patienten dann nur noch durch die §. 30 verordneten „Moschuspulver" so lange hinhalten, bis ihm die Stätte (zum Verkauf) bereitet ist.

Anhang.

Brauerei-Abfälle.

§. 1.

Die Abschöpfgerste, Malzkeime und Trebern werden als Viehfutter benutzt. Um ihren Werth zu beurtheilen, müssen wir uns nach dem dazu nothwendigen Maaßstab umsehen. Aus I. §. 64 wird sich der Leser erinnern, daß der Stickstoffgehalt der Futtermittel gewöhnlich als Maaß des Futterwerthes angenommen wird. Dieser Gebrauch ist nicht ganz gerechtfertigt, weil sich der Futterwerth irgend eines Nahrungsstoffs in doppelter Hinsicht geltend macht.

Das Futter enthält nämlich theils Bestandtheile, welche durch die Verdauung zu Blut und Fleisch werden, — theils solche, aus denen auf gleichem Wege Fett entsteht. Zu den erstern gehören die Eiweißstoffe (I. §. 143), — als Fettbildner zeigen sich die Kohlenhydrate (I. §. 108).

Nun obwaltet aber bei den Kohlenhydraten ein großer Unterschied in Bezug auf den Verdauungsapparat des Mastviehes. Ein Rindviehmagen verarbeitet selbst die hartnäckigen Zellstoffe der Gräser (s. I. §. 110) und verwandelt sie in Fett, — ein Schweinemagen bringt das nicht fertig. Deshalb sollte man bei Beurtheilung der Futterwerthe (was bisher nicht geschah) eigentlich bestimmte Mastvieharten ins Auge fassen. Bis das aber geschieht, muß noch ein gut Stück wissenschaftliche Vorarbeit geleistet werden. Und so bleibt uns derzeit nichts Anderes übrig, als den herkömmlichen Maaßstab für den Futterwerth — nämlich die Menge der Blutbildner (d. h. der Eiweißstoffe) — ebenfalls anzulegen.

Die Abschöpfgerste kann mehr oder minder taub sein, — eine Bestimmung der Eiweißstoffe würde da zu sehr großen Variationen führen. Die gewöhnliche Annahme der Landwirthe: dieses

Schwemmsal habe den dritten Theil des Werths der im Quellstock zu Boden gesunkenen Gerste, — will nicht viel heißen. Und wenn der Brauer solche Gerste selbst verfüttert, kann's ihm auch einerlei sein.

Für die Malzkeime dagegen haben wir einen weit sicherern Maaßstab. Stein fand in den Malzkeimen, die vollständig ausgetrocknet waren, 30.6% Eiweißstoffe; bei zwei von Scheven ausgeführten Untersuchungen wurden erhalten 25.5 und 28.9% Eiweißstoffe. — Aus naheliegenden Gründen sind die Keime von langgewachsenem Malz reicher an Eiweißstoffen als von kurzem Gewächs. Nehmen wir durchschnittlich 30% an.

Nun enthalten die lufttrocknen Malzkeime noch 10.4% Wasser, wonach sich deren Gehalt an Eiweißstoffen auf 26.9% herausstellt.

Um die Futterwerthe vergleichbar zu machen, haben die Landwirthe den Heuwerth als Einheit angenommen. Das lufttrockne Wiesenheu enthält durchschnittlich 7.2% Eiweißstoffe. Der Futterwerth von 100 Pfd. Malzkeimen ist also gleich $\frac{100 \times 26.9}{7.2} = 373$ Pfd. Heu.

Die Malzkeime müssen vor dem Verfüttern mit heißem Wasser angebrüht oder gedämpft werden.

Man hat die Malzkeime auch als Düngemittel angewendet, weil sie sehr rasch verwesen und dann dem Boden auch ihren Aschengehalt (etwa 8 Procent) zuführen. Für besondere Zwecke der Gärtnerei mag diese Anwendung gelten, für die Erzeugung von Futtermitteln aber mit Malzkeimen (einem fertigen Futtermittel!) düngen zu wollen, ist Tollheit.

§. 2.

Die Zusammensetzung der Trebern ist sehr verschieden je nach dem Brauverfahren. Das Infusionsverfahren löst nicht alles Stärkemehl auf und führt von den Eiweißstoffen nur Glutin und Pflanzeneiweiß in die Würze. Die Dickmaischbrauerei löst das Stärkemehl vollkommner; — von den Eiweißstoffen wird das Pflanzeneiweiß freilich meistens zum Gerinnen gebracht und bleibt in den Trebern stecken; dagegen wird durch das Maischkochen auch etwas Elastin gelöst, so daß schließlich die Trebern doch ärmer an Eiweißstoffen sind als die beim Infusions-Verfahren.

Es liegt uns eine reichliche Zahl von Trebern-Analysen vor, allein nicht bei allen ist bemerkt, bei welchem Brauverfahren sie ab-

gefallen waren. Ich stelle deshalb nur solche hierher, bei denen auch dieser Punkt zweifellos ist.

Oudemans untersuchte die Trebern einer Brauerei, in welcher nach dem S. 237 beschriebenen Infusions-Verfahren gearbeitet wurde. Die Trebern waren von verschiedenen Malzsorten, theils schwach, theils stark gedarrt. Dabei stellte sich nun auch die interessante Thatsache heraus, daß die Trebern von schwach gedarrtem Malz reicher an Stärkemehl sind, als die von stark gedarrtem, — das Stärkemehl des Malzes wird um so auflöslicher, je höher die Temperatur beim Darren war. Für das gewöhnliche Infusions-Verfahren ist dies Faktum von Wichtigkeit, — für die Dickmaisch-brauerei und für mein Lautermaisch-Verfahren ist's gleichgültig. — Oudemans fand in 100 Theilen trocknen Trebern von Malz, welches gedarrt war,

	schwach,	stärker,	noch stärker,	sehr stark.
Stärkemehl	44.6	32.2	24.4	23.1
Eiweißstoffe	19.2	22.6	25.0	25.0

Die Eiweißstoff-Menge erscheint immer größer, weil der Stärkemehl-Gehalt im Abnehmen ist. Wir müssen also in Bezug auf den Einfluß des Brauverfahrens die Zusammensetzung der Trebern von sehr stark gedarrtem Malz im Auge behalten, — und die erscheinen hier mit 25% Eiweißstoffen. — Stein erhielt durch Infusion Trebern mit 24.6 Procent Eiweißstoffen.

Vergleichen wir hiermit nun die Analyse von Trebern aus Dickmaischbrauereien. Stöckhardt (s. chem. Ackersmann 1861, S. 218) fand in den nassen Trebern der Brauereien

zum Feldschlößchen bei Dresden	78.6% Wasser	und 4.2%	Eiweißstoffe,
und zu Medingen	78.4% „	4.1%	„

Berechnet man die Eiweißstoffe auf die trockne Substanz der Trebern, so enthalten die vom Feldschlößchen 19.6 und die Medinger 19% Eiweißstoffe.

Der größere Eiweißstoff-Gehalt der Infusions-Trebern hat aber auch einen größern Wassergehalt im Gefolge, weil die festen Eiweißstoffe sehr aufgeschwollen sind. Oudemans fand bei den obigen Analysen den Wassergehalt der Trebern von stark gedarrtem Malz zu 82.5%. Da die Trebern im nassen (nur abgetropften) Zustande verwendet werden, so müssen wir also auch ihren Eiweißstoff-Gehalt in dieser Form kennen, wenn wir den Futterwerth derselben veranschlagen

wollen. Oudemans fand bei seinen nassen Trebern 4.3%, — Stöckhardt 4.2 und 4.1% Eiweißstoffe. Der Unterschied ist also durch den größern Wassergehalt ziemlich ausgeglichen. Nehmen wir 4.2% als mittleren Gehalt, so ist der Eiweißstoff-Gehalt in 100 Pfund Trebern gleich dem in 58.3 Pfund Heu.

Da der Futterwerth aber nicht blos in den Eiweißstoffen beruht, sondern auch Zellstoffe und Stärkemehl als Fettbildner in Rechnung kommen, — da ferner die Futterstoffe durch die Verdauungswerkzeuge eines Schweins viel zu rasch weiter befördert werden, um sie ausnützen zu können: so gilt als Grundsatz, daß die beste Verwerthung der Trebern (auch der Malzkeime) nur durch den manchfaltigern Verdauungsapparat des Rindviehes zu bewirken ist. Auch Hämmel lassen sich gut mit Trebern mästen.

100 Kilogramm Malz geben etwa 133 Kilogramm oder 3.1 bis 3.2 Hektoliter nasse Trebern. — Rohe Gerste giebt eine größere Menge Trebern als Malz, — je 100 roher Gerste liefern 150 Trebern.

§. 3.

Für Brauereien, welche zur Verfütterung der Trebern Milchvieh unterhalten und während der Sommermonate den Betrieb einstellen, ist die Frage der Aufbewahrung der Trebern von Interesse.

Meistens pflegt man alte Fässer mit den gut abgetropften Trebern zu füllen. Die Trebern müssen fest eingedrückt oder eingestampft werden, um die darin steckende Luft zu verjagen. Ist das Faß gefüllt, so wird der Boden wieder eingesetzt und dasselbe an einem kühlen Orte aufbewahrt. — Nun beginnt aber alsbald ein (freilich rasch verlaufender) Zersetzungsproceß, wobei Gase entwickelt werden, die das Faß sprengen können. Dem vorzubeugen hat man versucht,

die Trebern im Erdboden einzuscharren. Bei dieser Methode werden Cisternen im Boden gegraben und mit Cement ausgemauert. Die Trebern werden, sobald sie im Bottich trocken liegen, schleunigst in diese Gruben gebracht, wobei man die dünnen Schichten mit den Füßen festtritt. Gleichzeitig pflegt man auch durch Zusatz von Kochsalz dem Eintritt der Gährung entgegenzutreten.

Es ist dieser Methode zum Vorwurf gemacht worden, daß die beim Verfüttern in Anbruch genommenen Cisternen rasch entleert werden müßten, wenn nicht die nunmehr frei hinzutretende Luft nachtheilige Veränderungen der Trebern herbeiführen solle. Man ist deshalb auch

wieder zu den Fässern zurückgekehrt und hat die Gefahren der Gährung durch Kochsalzzusatz beseitigt. Der den Cisternen gemachte Vorwurf ist indessen völlig unbegründet, — hat man Salz angewendet, so ist's ganz gleichgültig, ob man in Cisternen oder in zugeschlagenen Fässern aufbewahrt, — dort erleiden die angebrochenen Trebern keine nachtheilige Veränderung, hier bleiben die Fässer ungefährdet, weil keine Gährung eintritt.

Beim Einsalzen muß man aber das Salzquantum in der Weise vertheilen, daß die untersten Schichten wenig oder gar keins bekommen und der Zusatz gesteigert wird, je mehr der Behälter gefüllt wird. Das Salz löst sich in dem Wasser der Trebern und diese schwerere Salzlösung senkt sich allmälig nach den untern Schichten. Man kann auf je 100 Kilogramm nasser Trebern 1 Kilogramm Salz vertheilen.

Eine so gefüllte Cisterne wird auf der Oberfläche mit Brettern belegt, die man mit Steinen beschwert und mit Erde überdeckt. Zur Abwehr von Regengüssen macht man ein Strohdach darüber.

Gesalzene Trebern werden von dem Vieh lieber gefressen als ungesalzene.

§. 4.

Den Oberteig (d. h. die sich auf den Trebern ablagernde Schicht von geronnenem Eiweiß und unverändertem Stärkemehl) pflegt man abzunehmen, wenn das Anschwänzen auf die trocken liegenden Trebern geschieht, weil derselbe das gleichmäßige Eindringen des Nachgußwassers erschwert; — meistens wird er dann verfüttert. Bei dem Anschwänzen auf den Würzespiegel fällt der erwähnte Grund zum Abnehmen des Oberteigs weg. Dennoch thut man wohl, wenn man ihn nach Beendigung des Nachgusses abnimmt, um ihn besser zu verwerthen. Er enthält 4—8 Procent unverändertes Stärkemehl und wird zur Aufschließung desselben beim nächsten Gebräu dem Brauwasser oder der ersten Dickmaische zugesetzt und mit gekocht. — Ist er vor dem Nachguß abgenommen, so fällt sein bedeutender Würzegehalt ins Gewicht; — er enthält 82—87 Procent von der starken Würze. Man kann ihn deshalb auch auf Branntwein verarbeiten.

Unterteig kann bei meinem Brauverfahren (s. V. §. 46) nicht entstehen. Wo man ihn aber noch hat, da besteht er aus unverän-

dertem Stärkemehl und muß beim nächsten Gebräu wie der Oberteig verarbeitet werden.

Das Kühlgeläger wird — wegen der darin steckenden Würze entweder beim nächsten Gebräu im Maischbottich zugesetzt oder zur Branntwein-Erzeugung benutzt.

§. 5.

Die Nachgußwürze wird in manchen Brauereien von der ersten Würze getrennt verarbeitet, — die erste Würze liefert dann ein feineres, kräftiges Bier, die Nachgußwürze aber ein leichtes sog. „Nachbier" als gesündestes Getränk für Arbeiter. Dieser höchst zweckmäßigen Verwendung tritt indessen in Oesterreich die Gesetzgebung entgegen. Da ist denn der Brauer gezwungen, diese schwachen Würzen entweder mit der ersten Würze zusammen einzukochen, oder beim nächsten Gebräu als Maischwasser zu verwenden, oder nach stattgefundener Vergährung der Essiggährung zu überlassen (Fruchtessig) oder auf Branntwein zu verarbeiten.

Bei der Verarbeitung zu Essig ist's am zweckmäßigsten, eine kühlgeführte Obergährung eintreten zu lassen, weil die Oberhefe ein gesuchter Handelsartikel ist. Will man starken Essig produciren, so muß der vollkommen vergohrenen Flüssigkeit noch eine entsprechende Menge Branntwein zugesetzt werden. Die Lokale, in denen die Essigfabrikation betrieben wird, müssen von den Gährräumen der Brauerei streng geschieden sein.

Sehr schwache Nachgußwürzen — wie das „Glattwasser" in Oesterreich — werden am besten in den Branntweinbrennereien beim Maischen anstatt Wasser benutzt. Ebenso wird auch der Oberteig beim Maischen zugesetzt, — das Kühlgeläger bei der Gährung. Das Faßgeläger, d. h. die auf dem Boden der Lagerfässer abgesetzte Hefe, wird ebenfalls auf Branntwein benutzt, indem man sie den vergohrenen Branntweinmaischen zusetzt.

§. 6.

Die ungeheuren Mengen der neugebildeten Hefe finden ihre Verwendung meistens in den Weißbrotbäckereien. Die durch die Natur der Hefe gebotenen Vorsichtsmaßregeln wurden I. §. 236 besprochen. Hier soll nur noch erwähnt werden,

daß man die Hefe stets filtriren und auspressen sollte, um das darin enthaltene Bier zu gewinnen und als Füllbier oder auf Branntwein zu benutzen, —

daß die Unterhefe — wenn sie auch möglichst entbittert ist — von den Bäckern stets der Oberhefe nachgesetzt wird, weil sie ein minder lockeres Gebäck liefert, —

daß aber die Unterhefe in den Branntweinbrennereien die ausgezeichnetste Verwendung finden kann, weil sie die vollständigste Vergährung der Maischen und deshalb eine Steigerung der Spiritus=Ausbeute herbeiführt.

Ende des Werkes.

Druckfehler und Berichtigungen
in der ersten Abtheilung.

S. 18	Z. 14 v. o.	anstatt	Gallen	lies: Gallonen.
„ 91	„ 22 v. o.	„	§. 3	lies: S. 93.
„ 93	„ 10 v. o.	„	§. 53	lies: S. 135.
„ 119	„ 22 v. o.	„	§. 38	lies: S. 124.
„ 146	„ 11 v. o.	„	II	lies: I.
„ 150	„ 1 v. u.	„	§. 60	lies: S. 144.
„ 162	„ 18 v. o.	„	IV. §. 28	lies: 3. Theil S. 172.
„ 167	„ 9 v. u.	„	Perhoz	lies: Persoz.

Habich, G. E.

Die Schule der Bierbrauerei illustrirtes Hand- und Hülfsbuch für Brauer sowie für Anfänger dieses Gewerbes ; nebst einer Vorschule: die nöthigsten Vor- und Hülfskenntnisse in der Bierbraukunde ; auf Grund eigener Erfahrungen sowie mit Benutzung der neuesten deutschen, englischen und

Leipzig [u.a.] 1863